

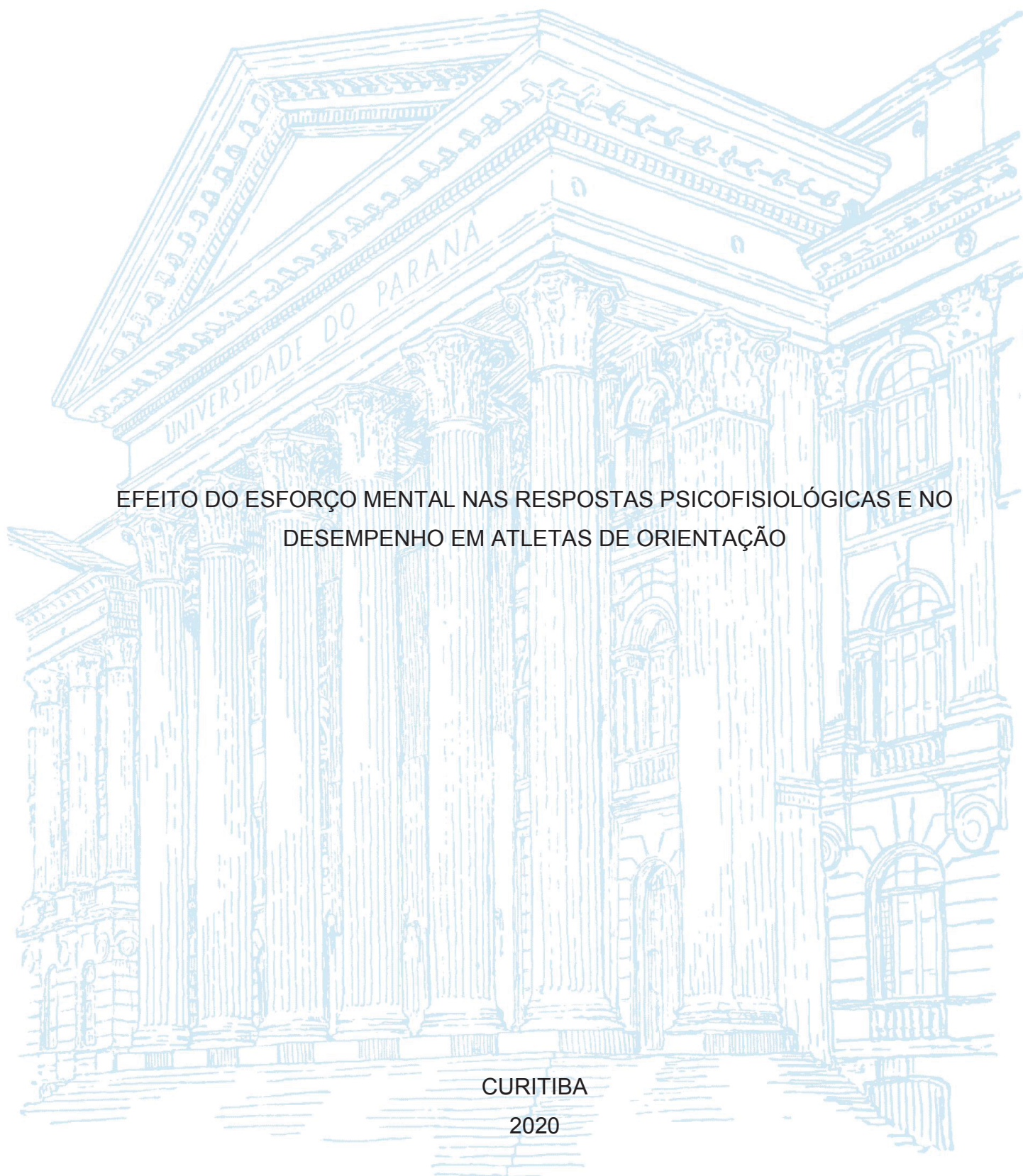
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MAYARA MACIEL BATISTA

EFEITO DO ESFORÇO MENTAL NAS RESPOSTAS PSICOFISIOLÓGICAS E NO
DESEMPENHO EM ATLETAS DE ORIENTAÇÃO

CURITIBA

2020



MAYARA MACIEL BATISTA

EFEITO DO ESFORÇO MENTAL NAS RESPOSTAS PSICOFISIOLÓGICAS E NO
DESEMPENHO EM ATLETAS DE ORIENTAÇÃO

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação
em Educação Física, Setor de Ciências Biológicas,
Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial
à obtenção do título de Mestre em Educação Física.

Orientador: Dr. Marcus Peikriszwili Tartaruga

CURITIBA

2020

Universidade Federal do Paraná
Sistema de Bibliotecas
(Giana Mara Seniski Silva – CRB/9 1406)

Batista, Mayara Maciel

Efeito do esforço mental nas respostas psicofisiológicas e no desempenho em atletas de orientação. / Mayara Maciel Batista. – Curitiba, 2020.

70 p. : il.

Orientador: Marcus Peikriszwili Tartaruga

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Educação Física.

1. Orientação. 2. Atletas. 3. Desempenho atlético. 4. Cognição. 5. Fadiga mental. I. Título. II. Tartaruga, Marcus Peikriszwili. III. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Educação Física.

CDD (22. ed.) 796.58



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EDUCAÇÃO FÍSICA -
40001016047P0

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em EDUCAÇÃO FÍSICA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **MAYARA MACIEL BATISTA** intitulada: "**EFEITO DO ESFORÇO MENTAL NAS RESPOSTAS PSICOFISIOLÓGICAS E NO DESEMPENHO EM ATLETAS DE ORIENTAÇÃO**", sob orientação do Prof. Dr. MARCUS PEIKRISZWILI TARTARUGA, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 30 de Abril de 2020.

Assinatura Eletrônica

30/04/2020 20:29:33.0

MARCUS PEIKRISZWILI TARTARUGA

Presidente da Banca Examinadora (UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE)

Assinatura Eletrônica

04/05/2020 18:12:19.0

ANA CAROLINA PALUDO

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE)

Assinatura Eletrônica

01/05/2020 16:11:08.0

JOICE MARA FACCO STEFANELLO

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Novo Edifício do Departamento de Educação Física - Campus Centro Politécnico - Curitiba - Paraná - Brasil

CEP 81531-980 - Tel: (41) 3361-3072 - E-mail: pgedf@ufpr.br

Documento assinado eletronicamente de acordo com o disposto na legislação federal Decreto 8539 de 08 de outubro de 2015.

Gerado e autenticado pelo SIGA-UFPR, com a seguinte identificação única: 40444

Para autenticar este documento/assinatura, acesse <https://www.prppg.ufpr.br/siga/visitante/autenticacaoassinaturas.jsp> e insira o código 40444

Dedico este trabalho aos meus pais Marlene e Diogo, que com muito amor e esforço me trouxeram até aqui. À minha avó Ana Maria, e à minha afilhada Eliza.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me presenteado com tantas pessoas maravilhosas ao longo da vida, principalmente nos últimos dois anos. Por meio dessa gente tão querida que me carrega no colo nos momentos de dificuldade e que nas conquistas se alegra comigo, sinto o amor de Deus na minha vida.

Agradeço imensamente aos meus pais Marlene e Diogo, e por eles serei eternamente grata. Obrigada pelo amor, cuidado e compreensão que sempre tiveram comigo, com a Mari e com o Dani, mesmo em meio a tanta dificuldade. Obrigada por acreditarem em mim e nos meus sonhos e por jamais me desampararem. Obrigada por me conduzirem no caminho do bem, amo vocês!

Obrigada, Mari, Dani e Ricardo, principalmente por me lembrarem sempre que estamos juntos, que a vida é muito mais que trabalho em tempo integral, é sobretudo, oportunidade de ser feliz, de gargalhadas, música e muito companheirismo. Ainda bem que a vida nos permitiu sermos FAMÍLIA. Essa realização é nossa!

Agradeço a minha Pêzinha, companheira de vida e minha melhor amiga! Obrigada por estar ao meu lado em todos os momentos, por tanto amor e por acreditar em mim, até mais do que eu mesma. Obrigada pelas traduções, aulas e por ouvir meus lamentos (risos). Tudo ficou melhor depois que você chegou, te amo!

Agradeço ao meu Guga, companheirinho fiel. Chegou na minha vida num momento difícil e início dessa jornada acadêmica, com seu amor incondicional foi o combustível para eu não desistir. Obrigada, Gugão!

Ao professor Dr. Marcus Peikriszwili Tartaruga, pela confiança depositada em mim desde à graduação, pela oportunidade e por todo conhecimento compartilhado durante estes anos.

Aos membros da banca, professores: Gleber e Michael. À Prof. Ana Carolina Paludo pela amizade, paciência e pela fundamental contribuição neste projeto, desde a concepção até a defesa. À Prof. Joice Stefanello, inspiração para mim, agradeço pelos ensinamentos que tanto acrescentaram ao meu projeto e a minha vida profissional. Aos professores Thiago Medeiros e Marcos Martins pelas contribuições durante o processo de construção do trabalho e pela jornada acadêmica.

Aos queridos amigos que a vida acadêmica me deu e que foram fundamentais durante o mestrado, Karina, Paulo Henrique, Tamires (compartilhamos do mesmo teto), Isa, Gabi, Jolnes e Matheus, obrigada pela ajuda nos estudos, coletas de dados, pelo apoio e companheirismo. Enfim, obrigada a todos os amigos que sempre que possível me mandaram uma mensagem positiva e me fizeram mais forte nesta caminhada. Guardo-os sempre em meu peito.

Agradeço também ao Odilon Penteado e ao Divair Fachi pela gentileza e disponibilidade com que me ajudaram na montagem das pistas e aos demais atletas do Clube de Orientação Lobo Bravo pela participação e dedicação durante este estudo.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

“Vitória é o que vem depois da cruz.”

Ziza Fernandes

RESUMO

Considerando a complexidade exigida na Orientação, decorrente da combinação de componentes físicos e cognitivos, e considerando a ausência de estudos que tenham verificado o efeito de tarefas mentalmente fatigantes em esportes com elevada demanda cognitiva, o objetivo do presente estudo foi verificar o efeito de uma tarefa de esforço mental no desempenho e nas variáveis psicofisiológicas de quinze orientistas do sexo masculino (30 ± 8 anos; estatura $1,74 \pm 0,05$ m; massa corporal $74,4 \pm 7,4$ kg). As sessões de desempenho referentes às provas de Orientação, foram precedidas por I) 30 min de esforço mental (condição experimental, EXP), resultante de uma tarefa cognitiva incongruente (*Stroop Task*); II) 30 min sem esforço mental (condição controle, CON) realizando, apenas, 10 min de observação (tarefa cognitiva fácil) e 20 min de relaxamento. Considerando o delineamento experimental *crossover*, os 15 orientistas realizaram ambas as condições. Todas as variáveis foram mensuradas em ambas as condições. Inicialmente, o bem-estar e o estado de recuperação percebido foram mensurados. A frequência cardíaca foi mensurada durante as tarefas cognitivas; o estado motivacional foi mensurado pré-tarefas cognitivas e pré- prova de orientação; a percepção subjetiva de esforço (PSE) pós-tarefas cognitivas e pós- prova de orientação. O desempenho foi determinado pelo tempo necessário para realizar a prova de Orientação e foi mensurado imediatamente ao término da prova, bem como, a percepção de desempenho. Após 30 min do término da prova, a carga interna foi avaliada. Todas as variáveis medidas, assim como o desempenho na prova de orientação, não apresentaram diferenças significativas entre as condições (EXP vs. CON) ($p > 0,05$). Embora, um leve aumento no tempo de desempenho tenha sido encontrado pós-EXP ($40,8 \pm 11,4$ min) versus CON ($38,4 \pm 13$ min) ($p = 0,4$; TE = 0,20). A PSE pós-EXP aumentou significativamente ($p < 0,05$; TE = 0,96), mas não pós- prova de Orientação ($p > 0,05$). Os dados sugerem que 30 min de esforço mental não afetaram significativamente as respostas psicofisiológicas, mas demonstraram a adição de 2 min e 4 s no desempenho da orientação. Com base nos resultados, é possível especular que os orientistas são atletas capazes lidar com o esforço mental de maneira diferente, possivelmente devido às estratégias de *coping* (enfrentamento) e demandas cognitivas exigidas na Orientação. Adicionalmente, um excelente componente cardiorrespiratório por parte dos orientistas foi capaz de suprir as demandas físicas e cognitivas impostas pela prova de Orientação.

Palavras-chave: Cognição. Desempenho físico. Fadiga mental. Navegação espacial.

ABSTRACT

Considering the complexity required in the Orienteering, resulting from the combination of physical and cognitive components, and considering the absence of studies that have verified the effect of mentally stressful tasks in sports with high cognitive demand, the main of the present study was to verify the effect of a task of mental exertion in performance and the psychophysiological variables of fifteen male orienteers (30 ± 8 years; height 1.74 ± 0.05 m; body mass 74.4 ± 7.4 kg). The performance sessions related to the Orienteering races were preceded by I) 30 min mental exertion (experimental condition, EXP), resulting from an incongruous cognitive task (Stroop Task); II) 30 min without mental exertion (control condition, CON), taking only 10 min observation (easy cognitive task) and 20 min of relaxation. Considering the crossover experimental design, the 15 orienteers performed both conditions. All variables were measured in both conditions. Initially, well-being and the perceived recovery status of recovery were measured. Heart rate was measured during cognitive tasks; the motivational status was measured pre-cognitive tasks and pre-orienteering races; the rating of perceived exertion (RPE) post- cognitive tasks and post- orienteering races. Performance was determined by the time required to perform the Orienteering race (time in min), and was measured immediately at the end of the race, as well as the perceived performance. Post-30 min after the end of the race, the internal load was evaluated All variables measured as well as the orienteering performance showed no significant differences between conditions (EXP *versus* CON) ($p > .05$). Although, a slight increase on performance-time was found in EXP (40.8 ± 11.4 min) compared to CON (38.4 ± 13 min) ($p = 0.4$; ES = 0.20). RPE increase post-EXP ($p < .05$; ES = 0.96) but not post-orienteering race ($p > .05$). The data suggest that 30 min of mental effort did not significantly affect the psychophysiological responses, but demonstrated the addition of 2 min and 4 s in the Orienteering performance. Based on the result, it is possible to speculate that orienteers may cope with mental exertion differently, possibly due to the cognitive demands required in Orienteering. Additionally, an excellent cardiorespiratory component on the part of orienteers was able to meet the physical and cognitive demands imposed by the Orienteering race.

Keywords: Cognition. Physical endurance. Mental fatigue. Spatial navigation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Atleta durante um percurso competitivo de Orientação	20
Figura 2 -	Mapa de Orientação	21
Figura 3 -	Desenho experimental	39
Figura 4 -	Ilustração do <i>Stroop Task</i>	42
Figura 5 -	Efeito do esforço mental no Desempenho Esportivo da Orientação.....	44
Figura 6 -	Efeito do esforço mental na PSE CR-10	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Médias e desvios-padrão do Bem-Estar, Estado de Recuperação Percebido e Estado Motivacional.....	44
Tabela 2 -	Médias e desvios-padrão da Frequência Cardíaca e da Carga Interna.....	44

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANOVA	análise de variância
BE	bem-estar
CI	carga interna
ERP	estado de recuperação percebido
EM	estado motivacional
FM	fadiga mental
CON	controle
EXP	experimental
IC	intervalo de confiança
LA	limiar anaeróbico
min	minutos
PD	percepção de desempenho
s	segundos
SNC	sistema nervoso central
TE	tamanho de efeito
TC	tarefa cognitiva
TGC	teoria do governador central

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 OBJETIVOS	18
1.1.1 Objetivo Geral	18
1.1.2 Objetivos Específicos	18
1.2 HIPÓTESE	19
2 REVISÃO DE LITERATURA	20
2.1 O ESPORTE ORIENTAÇÃO	20
2.2 DEMANDAS COGNITIVAS DURANTE A ORIENTAÇÃO	25
2.3 FADIGA E MODELO PSICOBIOLOGICO	28
2.4 FADIGA MENTAL	29
2.5 VARIÁVEIS PSICOFISIOLÓGICAS E DESEMPENHO ESPORTIVO	32
2.5.1 Aspectos Subjetivos	32
2.5.2 Aspectos Fisiológicos	34
2.5.3 Desempenho Esportivo	35
3 MATERIAL E MÉTODOS	37
3.1 AMOSTRA.....	37
3.2 PROCEDIMENTOS.....	37
3.2.1 Avaliação 1 - Caracterização Amostral.....	37
3.2.2 Avaliações 2 e 3 – Delineamento Experimental	38
3.3 INSTRUMENTOS.....	39
3.3.1 Bem-estar.....	39
3.3.2 Estado de Recuperação Percebido	39
3.3.3 Estado Motivacional	40
3.3.4 Percepção Subjetiva de Esforço - CR-10	40
3.3.5 Carga Interna	40
3.3.6 Desempenho	41
3.3.7 Percepção de Desempenho	41
3.3.8 Tarefa Cognitiva – <i>Stroop Task</i>	41
3.4 TRATAMENTO ESTATÍSTICO	42
4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	44
5 DISCUSSÃO	46
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

ANEXO 1 - TCLE	62
ANEXO 2 – MAPA 1 DA PROVA DE ORIENTAÇÃO.....	65
ANEXO 3 – BEM ESTAR	66
ANEXO 4 - ESTADO DE RECUPERAÇÃO PERCEBIDO	67
ANEXO 5 – ESTADO MOTIVACIONAL	68
ANEXO 6 - PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO – CR10	69
ANEXO 7 - ESCALA DE PERCEPÇÃO DE DESEMPENHO.....	70

1 INTRODUÇÃO

A fadiga mental (FM) é considerada um estado psicobiológico causado por esforço mental prolongado (SILVA-JÚNIOR et al., 2016; MOREIRA et al., 2018), caracterizado por sensações de cansaço e falta de energia, e tende a prejudicar primeiramente o desempenho cognitivo (PAGEAUX e LEPERS, 2018; SCHIPHOF-GODART, ROELANDS e HETTINGA, 2018).

A fadiga mental pode se manifestar de diferentes maneiras, no componente subjetivo (maior percepção de esforço e redução da motivação), comportamental (redução no desempenho em determinada tarefa) e fisiológico (alterações na atividade cerebral) (VAN CUTSEM et al., 2017). Efeitos deletérios da FM foram observados na redução da atenção seletiva visual de indivíduos saudáveis (FABER, MAURITS e LORIST, 2012), maior tempo de reação observado em médicos pós-cirurgias (PETRUT et al., 2020), antecipação prejudicada (DUNCAN et al., 2015), impacto negativo nos estados de humor e no estado motivacional (PIRES et al., 2018; SMITH et al., 2016a) em indivíduos treinados.

Considerando os efeitos negativos mencionados, a FM tem sido amplamente investigada no rendimento esportivo. Evidências recentes têm demonstrado que tarefas cognitivas exigentes tendem a prejudicar o rendimento físico na corrida (PAGEAUX et al., 2014) e no ciclismo (SALAM, MARCORA e HOPKER, 2017; PIRES et al., 2018), assim como em esportes coletivos, tais como o Futebol (SMITH et al., 2016b; COUTINHO et al., 2017), o Handebol (PENNA et al., 2018a) e o Basquetebol (MOREIRA et al., 2018).

O tempo adotado para induzir a FM tem sido bastante variado, diferenciando-se entre as modalidades esportivas (VRIJKOTTE et al., 2017; PENNA et al., 2018b). Le Mansec et al. (2017) demonstraram que 90 min de esforço mental causaram redução na precisão e na eficácia das jogadas em mesatenistas, resultando no aumento significativo do número de erros técnicos. Já Pageaux et al. (2014) verificaram que 30 min de esforço mental foi suficientemente efetivo ao verificarem redução no desempenho em provas contrarrelógio de ciclistas. Ambos os estudos demonstraram aumentos significativos nas percepções subjetivas de esforço (PSE), sugerindo que o desempenho esportivo é influenciado diretamente por este parâmetro cognitivo (PAGEAUX e LEPERS, 2018).

A redução do desempenho físico em função da FM pode ser explicada pelo modelo psicobiológico (WRIGHT, 1996; MARCORA, 2008) baseado na Teoria da Intensidade Motivacional (BREHM e SELF, 1989), em que a PSE acima do normal e a motivação podem limitar continuidade do exercício, e não prioritariamente os fatores neuromusculares ou cardiovasculares (PAGEAUX e LEPERS, 2018; PENNA et al., 2018b; SALAM et al., 2017).

A hipótese que pode justificar um maior esforço percebido após uma dada tarefa de esforço mental prolongada é o acúmulo de adenosina no Córtex Cingulado Anterior (PAGEAUX et al., 2014; SMITH et al., 2018), região cerebral fortemente ativada durante tarefas cognitivas que envolvem inibições de respostas (ALBERT et al., 2012; PALERMO, STANZIANO e MORESE, 2018), estas associadas à percepção do esforço (WILLIAMSON et al., 2001; PAGEAUX e LEPERS, 2018). Adicionalmente, ocorrem aumentos de neurotransmissores, p. e., a adenosina cerebral e a serotonina (SCHIPHOF-GODART et al., 2018) e diminuição dos níveis dopaminérgicos cerebrais, influenciando diretamente na recompensa e na motivação dos praticantes em prosseguir o exercício (LORIST, BOKSEM e RIDDERINKHOF, 2005).

Embora a literatura especializada tenha demonstrado evidências científicas dos efeitos negativos da FM para com o desempenho cognitivo e esportivo, esportes que combinam demandas físicas e cognitivas, e que exigem alto controle inibitório, como a Orientação, não têm sido investigados em tal situação de fadiga. É de consenso que o controle inibitório é uma capacidade cognitiva fundamental em esportes de *endurance* devido a sua contribuição na autorregulação em inibir situações adversas, tais como a dor muscular e a dispneia, assim como outros desconfortos (MARTIN et al., 2016).

O esporte Orientação teve início na Suécia no início do séc. XX, e foi originalmente praticada por militares (CREAGH e REILLY, 1997). É uma modalidade esportiva fortemente influenciada pela combinação de componentes físicos e cognitivos, e por isso destaca-se de outros esportes de *endurance* devido à grande demanda de tomadas de decisão, atenção e percepção em condições extenuantes (MILLET et al., 2010). A Orientação requer habilidades de navegação para percorrer pontos de controle específicos, com o auxílio de um mapa e uma bússola, além de um excelente condicionamento cardiorrespiratório para perpassar terrenos desconhecidos (BIRD, BAILEY e LEWIS, 1993). Desse modo, o desempenho

esportivo na modalidade é determinado pelo menor tempo possível destinado à realização de uma pista de Orientação e todos os aspectos que a envolve.

Apesar do consenso científico referente à importância da capacidade aeróbica para com o desempenho bem-sucedido na modalidade (JOHANSSON et al., 1988), o metabolismo anaeróbico também tem sido considerado importante devido às exigências musculares decorrentes de situações em altas intensidades e curtas durações, tais como subidas e transposições de obstáculos naturais (COLAKOGLU et al., 2016). Larsson et al. (2002), objetivando verificar as capacidades cardiorrespiratórias em orientistas suecos, demonstraram fortes correlações ($r = 0,64$ a $0,79$) do limiar de acidose metabólica descompensada com o $\dot{V}O_{2\text{pico}}$ em altas velocidades de deslocamento. Limiares anaeróbicos elevados também foram relacionados a menores quantidades de erros na Orientação ($r = - 0,64$) além dos aspectos cognitivos (SEILER, 1996) já mencionados.

Considerando que habilidades cognitivas e mentais são amplamente desenvolvidas nesta modalidade, torna-se imprescindível uma melhor compreensão de como a FM, decorrente de uma tarefa de esforço mental, em concomitância com parâmetros psicofisiológicos, pode repercutir no desempenho esportivo em atletas de Orientação.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

- Investigar o efeito de uma tarefa de esforço mental nas respostas psicofisiológicas e no desempenho em atletas de Orientação.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Identificar o bem-estar e estado de recuperação dos orientistas em ambas as condições experimentais (experimental - EXP e controle - CON. O mesmo delineamento se aplica às medidas seguintes;
- Monitorar a frequência cardíaca durante as tarefas cognitivas;
- Identificar o estado motivacional pré-tarefas cognitivas e pré-provas de Orientação;

- Determinar os desempenhos em duas provas de Orientação (desempenho: tempo total da prova em min);
- Identificar a percepção subjetiva de esforço pós-tarefas cognitivas e pós-provas de Orientação;
- Identificar a percepção de desempenho e a carga interna pós-provas de Orientação;
- Comparar as magnitudes das variáveis dependentes entre as condições experimentais para verificar o efeito do esforço mental nas variáveis psicofisiológicas e no desempenho esportivo na Orientação.

1.2 HIPÓTESE

Hipotetizou-se que a FM, induzida por uma tarefa de esforço mental, poderia influenciar negativamente nos parâmetros psicofisiológicos resultando na diminuição da motivação, no aumento da PSE, da frequência cardíaca e da carga interna. Para o desempenho esportivo, hipotetizou-se que os orientistas poderiam apresentar um maior tempo para realização da prova de Orientação e uma percepção de desempenho negativa referente à prova.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Considerando a ausência de estudos na literatura a respeito das magnitudes dos componentes fisiológicos e cognitivos envolvidos durante uma prova de Orientação, optou-se em realizar uma revisão sistemática concernente às demandas impostas pela modalidade a esses parâmetros. Adicionalmente, os tópicos de FM sobre o impacto no desempenho esportivo e variáveis psicofisiológicas foram incluídos objetivando uma melhor compreensão desse estado psicobiológico.

2.1 O ESPORTE ORIENTAÇÃO

Considerado um esporte de resistência, que se difere de outros esportes devido à importância do componente cognitivo para com o rendimento esportivo (CREAGH e REILLY, 1997; MILLET et al., 2010), a Orientação é uma modalidade relativamente nova, surgida na Suécia no início do séc. XX, com o propósito de utilizar o ambiente natural, com superfícies irregulares (BIRD et al., 2001), para a realização de uma atividade física lúdica e condicionante (CREAGH e REILLY, 1997). O principal objetivo da Orientação consiste em percorrer um determinado percurso, o mais rápido possível, passando por pontos de controle específicos (Figura 1), orientando-se por um mapa e uma bússola (HÉBERT-LOSIER, PLATT e HOPKINS, 2015).



Figura 1 - Atleta durante um percurso competitivo de Orientação (MARGARIDO, 2015).

As categorias na Orientação são compostas considerando três variantes: sexo (H: homens e D: mulheres), idade (ampla gama de idades, iniciando por: até 10 anos e acima de 90 anos) e grau de dificuldade (E = elite; A = muito difícil; B = difícil; N = fácil; N1, N2 e N3 = iniciantes), p.e. a categoria D18E refere-se à feminino, até 18 anos, elite (Confederação Brasileira de Orientação - CBO, 2020).

Os mapas de Orientação fornecem informações referentes às características naturais e artificiais do terreno a ser percorrido (ECCLES, 2008) (Figura 2, Confederação Brasileira de Orientação - CBO, 2020), sendo a intensidade relativa da atividade determinada, principalmente, pela capacidade de navegação do atleta (CREAGH e REILLY, 1997). Devido às características do terreno, tais como a vegetação e os obstáculos naturais, uma navegação atenta e eficaz é requerida influenciando no desempenho final (PECK, 1990; ECCLES e ARSAL, 2015).

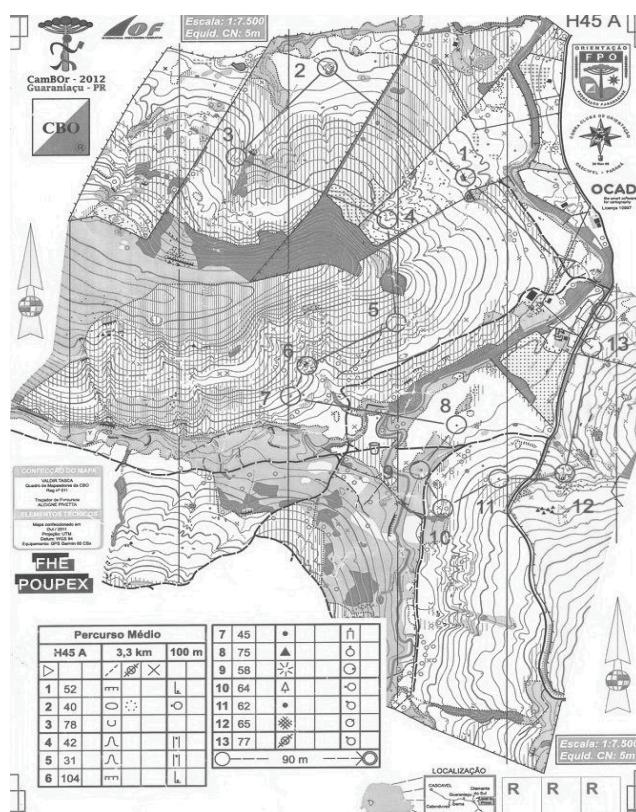


Figura 2 - Mapa de Orientação (CBO, 2020).

Dentre as demandas fisiológicas exigidas pela Orientação destaca-se o componente aeróbico em decorrência da necessidade de manter um ritmo contínuo de deslocamento durante o transcorrer do percurso (JOHANSSON et al., 1988). Situação essa comparável ao estresse de uma maratona (CREAGH e REILLY,

1997) porém, com diferentes respostas da frequência cardíaca (FC) e do lactato (LA) (LENZ, 1987). Orientistas tendem a apresentar níveis mais elevados de $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ comparados a atletas de *endurance*, além de melhores economias de movimento em comparação a corredores de pista (JENSEN, JOHANSEN e KÄRKKÄINEN, 1999). No entanto, o componente anaeróbico também necessita ser considerado (ROLF et al., 1997) devido aos níveis de competição impostos (BIRD et al., 2001; HÉBERT-LOSIER et al., 2014).

A prova de Orientação requer um alto nível de aptidão física para se obter um bom desempenho, visto que, durante o percurso, há constante alternância entre as predominâncias dos metabolismos aeróbico e anaeróbico (ROLF et al., 1997; ARAUJO et al., 2019), sendo as características físicas (massa corporal, estatura e somatotipo) também primordiais para um bom desempenho (BARRELL e COOPER, 1982). De fato, estudos têm demonstrado que atletas de Orientação tendem a apresentar altos valores de $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ (MOSER et al., 1995; GJERSET, JOHANSEN e MOSER, 1997; LARSSON et al., 2002) e características antropométricas semelhantes inter- sujeitos (CHALOPIN, 1994; MOSER et al., 1995; GJERSET et al., 1997; LARSSON et al., 2002; SMEKAL et al., 2003). Destaque para o estudo de Chalopin (1994) que observou elevados valores de $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ e da velocidade de deslocamento (horizontal) em atletas orientistas, com idade entre 15 e 23 anos.

Procurando compreender a relação entre a idade e a velocidade de deslocamento na Orientação, Bird et al. (2001) demonstraram pouco efeito entre essas variáveis em orientistas britânicos, com idade entre 21 e 40 anos. Consequentemente, é comum ver jovens e veteranos competindo no mesmo ambiente, tornando a Orientação um esporte competitivo, de inclusão social (BIRD et al., 2001, 2003). Porém, o início precoce no esporte tem sido associado à melhor capacidade cognitiva relacionada à aquisição de uma representação mental espacial, fazendo da idade do aprendizado um importante parâmetro para o desempenho esportivo (NOTARNICOLA et al., 2012).

Dentre os parâmetros fisiológicos, a capacidade aeróbica é considerada um dos fatores determinantes para a predição do desempenho em provas de *endurance*, em que o limite cardiorrespiratório é atingido no $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ (SEILER, 1987; LUNDGREN et al. 2015). As necessidades energéticas durante uma prova de Orientação advêm, predominantemente, do metabolismo aeróbico (DRESEL, 1985; BIRD et al. 1993;

CHALOPIN, 1994; LARSSON et al. 2002; SMEKAL et al. 2003), podendo atletas apresentarem valores próximos de 85-90% do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ (LADYGA et al. 2004) e da FC máxima. Semelhantes constatações são verificadas em orientistas de elite e sub-elite quando verificados valores entre 80-91% do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ (CHALOPIN, 1994; MOSER et al., 1995; GJERSET et al., 1997; LARSSON et al., 2002; SMEKAL et al., 2003) e da FC máxima (BIRD et al., 1993; CHALOPIN, 1994; MOSER et al., 1995; ALMEIDA, 1997; LARSSON et al., 2002; BIRD et al., 2003; SMEKAL et al., 2003), demonstrando a importância de elevadas demandas cardiorrespiratórias, como também ocorrem em maratonistas (BIRD et al., 1993; CREAG e REILLY, 1997) porém, com uma maior variabilidade da FC (185 ± 4 bpm e 180 ± 1 bpm, respectivamente) (PECK, 1990).

Como já informado anteriormente, outro aspecto importante durante uma prova de Orientação corresponde ao terreno, que determinará a intensidade que o atleta precisa impor entre os pontos de controle (ECCLES e ARSAL, 2015). De acordo com evidências científicas, orientistas profissionais apresentaram uma velocidade média de deslocamento compreendida entre 6 e 12 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ (CHALOPIN, 1994; MOSER et al., 1995; GJERSET et al., 1997; LARSSON et al., 2002; SMEKAL et al., 2003), podendo alcançar velocidades máximas de deslocamento próximas de $20\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ (CHALOPIN, 1994). Em geral, a literatura aponta que o desempenho na Orientação é suma-dependente da velocidade de deslocamento (HÉBERT-LOSIER et al., 2014), mesmo em áreas de difícil transposição, algo influenciado pela experiência profissional (PECK, 1990) mas, também, pela capacidade cardiorrespiratória e pela economia de movimento, esta considerada como sendo o $\dot{V}O_2$ durante uma determinada velocidade submáxima de deslocamento (LARSSON et al., 2002). Em um estudo com orientistas profissionais suecos, Larsson et al. (2002) verificaram valores submáximos de $74 \pm 7 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, semelhantes aos achados de Jensen, Johansen e Kärkkäinen (1999), cujo os valores encontrados foram de $73 \pm 2 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ em orientistas dinamarqueses, podendo a economia de movimento prever o desempenho em até 40%.

Especificamente em relação à capacidade anaeróbica, a literatura científica aponta que a Orientação de alto nível é praticada em intensidades próximas do LA, ou ligeiramente acima (MOSER et al., 1995; GJERSET et al., 1997), existindo uma relação inversa entre esta variável e os erros de orientação, resultando em um

significativo rendimento esportivo (LARSSON et al., 2002). De fato, a Orientação diferencia-se de outros esportes pela modulação dos componentes anaeróbicos que ocorrem em várias etapas do percurso (RANUCCI, GRASSI e MISEROCCHI, 1986).

Recentemente, Hébert-Losier, Jensen e Holmberg (2014), investigando respostas neuromusculares de orientistas de elite, através de protocolos compostos por saltos verticais, verificaram fortes correlações entre a força muscular e a velocidade de deslocamento, e da economia de deslocamento com o $\dot{V}O_{2\text{pico}}$. Em contrapartida, a potência muscular não tem apresentado influências significativas no desempenho da Orientação (REDVKA et al., 2015), algo provavelmente justificado pela composição e distribuição das fibras musculares em atletas (CREAGH e REILLY, 1997).

Tendo em vista que a Orientação exige rápidas mudanças de direção e ultrapassagens de obstáculos, a capacidade de armazenar e liberar energia elástica de forma eficaz também se torna fundamental para o desempenho (HÉBERT-LOSIER et al., 2014). Corroborando com essa premissa, Çinar-Medeni et al. (2016) verificaram fortes correlações das forças dos flexores e extensores de joelhos com o $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ e com a capacidade anaeróbica, dois fatores determinantes do rendimento esportivo, conforme já relatado. Nessa perspectiva, para que haja um desempenho bem-sucedido, orientistas devem objetivar suas periodizações em exercícios cardiorrespiratórios (aeróbicos e anaeróbicos) e de força neuromuscular (LAUKKANEN et al., 1991; TØNNESSEN et al. 2015).

Avaliando-se a quantidade relativa de cargas de treino de 30 orientistas profissionais (LAUKKANEN et al., 1991) e 8 medalhistas de ouro (Campeonato Mundial de Orientação) (TØNNESSEN et al., 2015), observaram-se as seguintes distribuições, respectivamente: 64 e 75% de treinamento aeróbico, 11 e 7% de treinamento aeróbico-anaeróbico, 3 e 11% de treinamento anaeróbico e 12 e 7% de treinamento de força. Porém, sabe-se hoje que orientistas de elite não demonstram ser unicamente condicionados cardiorrespiratoriamente (ROLF et al., 1997). Em razão da grande modulação de esforço durante vários momentos da prova, pode-se inferir que o desempenho bem-sucedido destes profissionais não está apenas nas capacidades físicas e fisiológicas, mas, também, nas capacidades cognitivas, demandadas simultaneamente (JUHAS, BAČANAC e KOZODEROVIĆ, 2016).

Com base nos achados da revisão sistemática referente aos parâmetros físicos e fisiológicos, verificou-se que a Orientação é uma modalidade esportiva que exige elevado condicionamento físico (resistência e força) e da combinação da capacidade

aeróbica e anaeróbica, visto que, orientistas não são atletas puramente de resistência devido a exigência de fatores com força e potência que o terreno impõe. Apesar dos parâmetros destacados, poucas evidências têm demonstrado como a aquisição de determinadas demandas fisiológicas em concomitância com o componente cognitivo influenciam o desempenho esportivo da Orientação.

2.2 DEMANDAS COGNITIVAS DURANTE A ORIENTAÇÃO

Além das demandas fisiológicas, a Orientação apresenta alta ação cognitiva devido ao componente de navegação (CREAGH e REILLY, 1997). A capacidade de leitura e compreensão de mapas, planejamento e tomadas de decisão são importantes para o rendimento final esportivo (MILLET et al., 2010; MOTTET e SAURY, 2013). O planejamento pelo qual os orientistas são submetidos durante um percurso depende, também, das habilidades visuoespaciais, tais como a percepção e a atenção (LIU, 2019), estando estas relacionadas ao processo de retenção e manipulação de representações mentais, consequentemente, à memória de trabalho e ao sistema cognitivo envolvido durante a execução de atividades complexas (BADDELEY, 2012; GARCIA e GALERA, 2015).

A atenção visuoespacial desempenha um papel fundamental no processamento de informações e na percepção de estímulos decorrentes das diferentes áreas do campo visual (MUÑOZ-NIETO et al., 2013). As atenções visuais, simultâneas no mapa e no ambiente, restritas ao tempo e ao estresse, são processos altamente complexos que envolvem percepção, atenção, tomadas de decisão e regulações emocionais (ECCLES e ARSAL, 2015; ROBAZZA et al., 2018). De fato, à medida que a demanda cognitiva aumenta, maior tenderá a ser o tempo necessário para a tomada de decisão devido às limitações no processamento da atenção visual (LIU, 2019). Estudos têm verificado que orientistas de elite apresentam maiores eficiências em habilidades cognitivo-perceptivas comparado aos demais praticantes (GUZMÁN, PABLOS e PABLOS, 2008; LIU, 2019), algo decorrente da experiência profissional (ECCLES e ARSAL, 2015).

A experiência é componente fundamental e importante na aquisição de outras habilidades cognitivas. Em comparação com orientistas menos experientes, *experts* percebem e respondem às informações de prova de maneira mais eficaz, sendo capazes de melhor enfrentarem as limitações percebidas pelos sistemas visuais e

neurais humanos básicos (ECCLES e ARSAL, 2015). De fato, gerenciar a atenção de várias fontes de informações é uma atividade complexa. Portanto, orientistas mais experientes desenvolvem estratégias cognitivas eficientes para uma continuidade mais eficaz em prova (ECCLES e ARSAL, 2015), sendo a objetividade da tarefa fundamental (ECCLES, WALSH e INGLEDEW, 2006). De fato, orientistas devem selecionar informações relevantes do mapa e analisa-las durante o percurso (PESCE et al., 2007), traçando importantes estratégias comportamentais (GAL-OR, TENENBAUM e SHIMRONY, 1986) focando, apenas, nas informações visuais do percurso mais relevantes (ECCLES, 2008), algo já relatado por orientistas de elite (ECCLES, 2008). A antecipação também é uma habilidade observada em orientistas com maior nível de experiência, visto que atletas especializados são capazes de antecipar e resolver problemas de navegação antes de alcançarem os pontos de controle e, portanto, não precisam parar para realizar tomadas de decisões de médio e longo prazo (ECCLES, WALSH e INGLEDEW, 2002).

É importante ressaltar que o determinante da superioridade dos *experts* em relação aos menos experiente é o extenso período de preparação específica, que geralmente envolve grande tempo de envolvimento e dedicação para com a prática (MACQUET, ECCLES e BARRAUX, 2012). Nesse sentido, a experiência profissional, somada a prática contínua (GUZMÁN et al., 2008), são determinantes para aquisição de habilidades cognitivas significativas na Orientação e, conseqüentemente, para a melhora do desempenho esportivo (ECCLES et al., 2006).

O alto grau de habilidades cognitivas exigidos na Orientação referem-se à atenção permanente no mapa, determinante nos processos de antecipação e decisão a respeito das escolhas de rota, considerando-se as dificuldades impostas pelo terreno e as capacidades físicas do praticante (FACH, 1985). Memória e percepção (ALMEIDA, 1997), experiência, restrição de tarefas, atenção, antecipação e simplificação (ECCLES et al., 2002), técnicas básicas de orientação e identificação mapa-terreno-mapa (GUZMÁN et al., 2008) são habilidades cognitivo-perceptivas relevantes para os orientistas no curso de navegação. Nesse sentido, um conjunto de informações visuais, proprioceptivas, vestibulares e motoras, possibilitam a navegação espacial e visam extrair informações espaciais, traçando uma representação do ambiente (DI TORE, CORONA e SIBILIO, 2015). Portanto, uma

sucessão de processos cognitivos complexos associados à navegação espacial pode ser o fator primordial para a orientação eficaz.

Destacam-se dois sistemas de referência para a navegação: a) *Egocêntrico*, que define localizações espaciais centradas no observador, movimentos próprios e pistas internas, como direções e distâncias do ponto de vista (MATSUSHIMA e RIBEIRO FILHO, 2003); b) *Cognitivo*, que faz referência à localização e orientação, independentemente da localização do observador, aos elementos ambientais (FERNANDEZ-BAIZAN et al., 2019). Cabe destacar que essas informações visuoespaciais e proprioceptivas não agem de maneira independente, mas integrada, possibilitando a navegação espacial. Em estudo realizado por Macquet et al. (2012), investigando a capacidade de memória de orientistas de elite, foi observado que estes são capazes não apenas de interpretar as informações visuais impressas, mas também de refletir a respeito das dificuldades enfrentadas durante a prova, algo relacionado a uma adaptação da memória de longo prazo obtida através da prática extensiva e da experiência profissional (MCPHERSON, 1999; MACQUET et al., 2012).

Com base nos relatos, é possível inferir que o desempenho na Orientação envolve a interação de componentes físicos e cognitivos. Há mais de 30 anos, Kolb, Sobotka e Werner (1987) desenvolveram um modelo que prediz a relação entre esses parâmetros. Os resultados apontam para 54% destinado aos componentes físicos e 46% para os componentes mentais (CELESTINO et al., 2015). Em geral, é necessário considerar que um orientista bem-sucedido deve dispor de horas de treinamento físico e cognitivo.

Em uma prova de Orientação, são necessários diversos processos cognitivos durante o planejamento de rotas, resultantes de decisões. Portanto, sabendo que o desempenho esportivo na Orientação depende da interação desses processos, realizados em menor tempo possível, os orientistas também devem aprimorar os aspectos cognitivos através da prática extensiva. Porém, a escassez de pesquisas acerca desse tema não nos permite afirmar, com precisão, quantidades relativas aos componentes preditores do desempenho na Orientação, mas apresentar informações relevantes a respeito das demandas que afetam o rendimento esportivo.

Os achados dessa revisão sistemática apontam para um importante aspecto da prática esportiva, a experiência na modalidade. Os anos de prática dos orientistas

mais experientes propiciam um processamento de informações mais eficaz e estratégias de navegação mais eficientes que orientistas menos experientes. Dentre as capacidades cognitivas levantadas na revisão, tais como a atenção, a restrição da tarefa, a tomada de decisão, destacam-se as habilidades visuoespaciais, como uma condição de ponto de partida para o orientista bem-sucedido.

Adicionalmente, não se sabe ao certo como a capacidade física e fisiológica podem suprir a demanda cognitiva quando esta for amplamente exigida em determinado momento da prova. Em caso de fadiga, a capacidade cognitiva pode ser prejudicada, da mesma forma, o cansaço mental em função de atividades cognitivas prolongadas e exigentes podem impactar o rendimento físico. Portanto, é de suma importância compreender a influência dos parâmetros físicos e cognitivos sobre o desempenho esportivo.

2.3 FADIGA E MODELO PSICOBIOLOGICO

A tolerância ao exercício de *endurance*, limitada pela fadiga central e/ou periférica, é de extrema importância para o desempenho esportivo (CLARK et al., 2019). A fadiga neuromuscular está envolvida em um mecanismo complexo, podendo ser definida como a diminuição da produção de força muscular voluntária máxima em decorrência do exercício (MEHTA e PARASURAMAN, 2014; COUTINHO et al., 2018). Para Coutinho et al., (2018), a fadiga neuromuscular pode ser dividida em duas denominações comumente consideradas no rendimento esportivo: a) *Central*: redução progressiva na ativação voluntária da condução neural ao músculo durante o exercício (GANDEVIA, 2001; SILVA-CAVALCANTE et al., 2018); b) *Periférica*: diminuição da produção de força relacionada aos processos que afetam as funções contráteis do músculo (COUTINHO et al., 2018).

Noakes, St. Clair Gibson e Lambert (2005) apresentaram a Teoria do Governador Central (TGC) referente ao efeito central, afirmando ser um mecanismo do sistema nervoso central (SNC) que regula o esforço físico a partir de decisões inconscientes, de modo a não ameaçar a homeostase do organismo. Segundo as evidências do modelo da TGC, o SNC determina a carga de trabalho que deve ser sustentada em um determinado período de exercício, e também, o momento em que o exercício deve ser finalizado, objetivando manter a homeostasia (NOAKES, ST. CLAIR

GIBSON e LAMBERT, 2005). Contudo, este modelo tem sido considerado complexo, biologicamente (MARCORA, 2008).

Do ponto de vista psicobiológico, com base no estudo de Wright (1996) e Marcora (2008), a percepção subjetiva de esforço (PSE) é o principal limitante da motivação esportiva. Segundo Marcora e Staiano (2010), quando a motivação não é afetada, os sujeitos decidem quando terminar o exercício, independentemente da duração. Em outras palavras, quanto maior a motivação, maior o tempo e a intensidade média do exercício (INZLICHT e MARCORA, 2016), relação fortemente influenciada pela PSE (MARCORA, 2008). De fato, parece ser a PSE o limitante da continuidade do exercício em sujeitos mentalmente fadigados; e não prioritariamente os fatores neuromusculares ou cardiovasculares (MARCORA, 2008). Nesse sentido, também a FM, a que se refere o modelo psicobiológico, pode prejudicar o desempenho na Orientação.

2.4 FADIGA MENTAL

A FM é um estado psicobiológico induzido pelo esforço mental caracterizado por sentimentos de cansaço, falta de energia (BOKSEM e TOPS, 2008; MARCORA, STAIANO e MANNING, 2009) e diminuição do desempenho cognitivo (PAGEAUX e LEPERS, 2018), sendo associada ao comportamento de busca de recompensa (MOREIRA et al., 2018).

A fadiga mental pode se manifestar de diferentes maneiras, exercendo influência no componente subjetivo, comportamental e fisiológico (VAN CUTSEM et al., 2017). Subjetivamente, a FM pode aumentar os sentimentos de fadiga e percepção de esforço (COUTINHO et al., 2017; SALAM et al., 2017) e diminuição da motivação (SMITH et al., 2016a). Assim, ocorre um declínio do desempenho referente à precisão e/ou tempo de reação (SMITH et al., 2016a; LE MANSEC et al., 2017). Finalmente, o impacto da FM no componente fisiológico tem sido visto alterações na atividade cerebral (BROWNSBERGER et al., 2013; PIRES et al., 2018). Cabe ressaltar que não são necessárias alterações nas três áreas para identificar a fadiga mental, além disso, fatores não específicos, como viagens, uso de *smartphones* e *video-game* são indicados como estressores relacionados ao estilo de vida que podem proporcionar um risco aumentado de FM (THOMPSON et al., 2020).

Atualmente, a FM tem sido julgada comum na vida moderna (BOKSEM, MEIJMAN e LORIST, 2005). No Japão, por exemplo, mais da metade da população adulta relata FM. Já na Austrália, apontamentos têm demonstrado que dirigir sob efeito de FM é a causa de 20% dos acidentes fatais (SABETI, OOSTANI e RASTGAR, 2018; PENG et al., 2018). Embora os estudos referentes à FM tenham aumentado nos últimos anos, efeitos negativos da FM já haviam sido demonstrados. Mosso (1891) verificou que após longas palestras e exames orais, dois professores de fisiologia tiveram a resistência muscular em atividade aeróbia diminuída.

No âmbito esportivo, o estudo de Marcora, Staiano e Manning (2009) foi considerado pioneiro ao verificar o efeito negativo da FM induzida por meio de uma tarefa mentalmente fatigante de 90 min no desempenho físico em cicloergômetro e uma percepção de esforço superior quando comparado ao grupo controle, sem diferenças. Desde então, o interesse pela compreensão dos da FM para com o desempenho físico e esportivo cresceu significativamente nos últimos anos.

Pageaux et al. (2014) e Clark et al. (2019) observaram efeitos negativos em corridas após tarefas cognitivas. Resultados semelhantes também foram observados em canoístas (STAIANO et al., 2019), nadadores (PENNA et al., 2018b) e ciclistas (VRIJKOTTE et al., 2017; PIRES et al., 2018; SALAM et al., 2017). Em outros esportes, como o Futebol (SMITH et al., 2016b; COUTINHO et al., 2017), o Handebol (PENNA et al., 2018a) e o Basquete (MOREIRA et al., 2018), também demonstraram efeitos adversos resultantes de prolongados esforços mentais.

Maiores PSE também têm sido observadas em sujeitos mentalmente fadigados em comparação a sujeitos não fadigados (MARCORA, STAIANO e MANNING, 2009; PENNA et al., 2018a). Contudo, variáveis fisiológicas não têm apresentado diferenças significativas entre as condições, sugerindo que, de fato, o limitante da continuidade do exercício seja a PSE. Possivelmente, o processo de superar a fadiga central imposta pelo exercício envolve a inibição do desejo de parar de produzir movimento - aspecto competitivo (MCMORRIS et al., 2018). Embora os mecanismos ainda não tenham sido tão explorados, há um consenso de que a FM está associada a alterações nas áreas corticais frontais (PIRES et al., 2018).

Estudos têm sugerido que a tarefa cognitiva prolongada que envolve inibição da resposta pode resultar em um aumento de adenosina no córtex anterior, resultando em um maior esforço percebido (PAGEAUX et al., 2014). Além disso, a FM pode ser

decorrente de uma falha na manutenção dos níveis dopaminérgicos (LORIST, BOKSEM e RIDDERINKHOF, 2005).

A indução da FM ocorre através de uma tarefa de esforço mental cognitiva prolongada. O *Stroop Task* (STROOP, 1992) e o NASA-TLX têm sido as tarefas cognitivas mais adotadas para tal objetivo, apresentando resultados eficazes em estudos recentes que relataram terem os desempenhos físicos subsequentes prejudicados (MOREIRA et al., 2018; PENNA et al., 2018b; SALAM et al., 2017). Entretanto, a literatura sugere que outras tarefas cognitivas que envolvam inibição da resposta, atenção e memória também podem ser ferramentas úteis na indução da FM (PAGEAUX e LEPERS, 2018). Inicialmente, os protocolos experimentais apresentavam a duração de 90 min de esforço mental (MARCORA et al., 2009). Contudo, estudos que realizaram tarefas de esforços mentais de 30 min também demonstraram serem suficientemente efetivos na indução da FM (PENNA et al., 2018a; VENESS et al., 2017).

Especificamente, o *Stroop Task* representa uma tarefa incongruente, que exige maior controle cognitivo e inibição da resposta (FILIPAS et al., 2018). O impacto deste protocolo para indução da FM pode interferir no controle cognitivo que está envolvido na atenção, na codificação e no armazenamento de informações, resultando em um maior custo-benefício da tarefa (LORIST et al., 2005). Da mesma maneira, um comportamento semelhante de recompensa é observado no desempenho físico devido à necessidade de um alto controle inibitório (PIRES et al., 2018). O controle inibitório envolve as funções executivas que, por sua vez, compõe os processos cognitivos mais elevados, ou seja, a capacidade de superar a resposta preponderante para conduzir o comportamento em direção ao objetivo da tarefa (FILIPAS et al., 2018). Tendo em vista que esportes de meia- e longa- duração exigem a inibição de sentimentos aversivos, tem sido sugerido que um controle inibitório superior é uma característica psicobiológica fundamental para o desempenho bem-sucedido de atletas de *endurance* (MARTIN et al., 2016).

A Orientação é uma modalidade esportiva que requer elevado controle inibitório devido às restrições de tarefa impostas durante uma prova, traduzidas através de três diferentes fontes de informação: o mapa, o terreno e a navegação (ECCLES e ARSAL, 2015) e realizar essas tarefas simultaneamente pode comprometer o desempenho esportivo. Considerando essas características cognitivas dos orientistas, estes atletas poderiam ser mais resistentes aos efeitos negativos da FM,

todavia, não há evidência sobre o impacto da FM em modalidades como a Orientação que dependem amplamente do componente cognitivo e que os atletas de Orientação devem realizar sucessivas tarefas cognitivas no curso da prova. Sabe-se, porém, que a FM pode comprometer o desempenho de atletas que estão constantemente expostos a situações de esforço mental, dentro e fora do ambiente esportivo. Dessa maneira, entender os fatores subjacentes da FM é fundamental para desenvolver intervenções e estratégias práticas para evitar ou atenuar os sintomas de FM.

2.5 VARIÁVEIS PSICOFISIOLÓGICAS E DESEMPENHO ESPORTIVO

Quantificar a FM por meio de técnicas, tais como o eletroencefalograma (EEG), a magnetoencefalografia e/ou a ressonância magnética funcional (TANAKA, ISHII e WATANABE, 2014; PIRES et al., 2018), que permitem verificar as atividades cerebrais em determinadas regiões, têm sido algumas das maneiras adotadas por especialistas para relacionar comportamentos cognitivos e tarefas motoras (PAGEAUX e LEPERS, 2018). Tendo em vista que estas ferramentas têm custos elevados, além de demandarem tempo, sentimentos de fadiga e/ou desempenho cognitivo podem auxiliar a identificar a presença de FM. Nessa perspectiva, aspectos subjetivos como a PSE, o estado motivacional e a percepção de desempenho (PD), aspectos fisiológicos como a carga interna (CI) e a FC, e o desempenho esportivo frente a uma determinada tarefa cognitiva, foram consideradas variáveis de desfecho deste estudo.

2.5.1 Aspectos Subjetivos

A percepção subjetiva de esforço (PSE) é uma medida que tem como objetivo quantificar o esforço durante o exercício, ou seja, quão difícil e cansativo é (ou está) a atividade (CABRAL et al., 2017). Sujeitos mentalmente fadigados percebem o exercício de *endurance* como mais difícil e, conseqüentemente, produzem menores cargas de trabalho, ou seja, os realizam em intensidades mais baixas do que quando comparados a uma condição sem FM (COUTINHO et al., 2017; LE MANSEC et al., 2017). Estudos com atletas têm verificado que a redução do desempenho físico ou esportivo em função da fadiga mental é justificado

principalmente pelo aumento da PSE. Tais achados foram verificados em esportes coletivos de característica intermitente após uma tarefa mentalmente fatigante de 90 min (SMITH, MARCORA e COUTTS, 2015), já no críquete, 30 min de tarefa mentalmente fatigante foi suficiente para promover uma PSE acima do normal e danos ao desempenho esportivo (VENESS et al., 2017).

Em relação à motivação, é sugerido que a FM pode gerar um desequilíbrio do esforço-recompensa, de modo que quando o empenho realizado é superior à recompensa da tarefa, a motivação para se envolver no trabalho diminui (GERGELYFI et al., 2015). Contudo, isso depende da maneira como os sujeitos percebem possíveis ações, isto é, quanto menor a motivação, maior a desvalorização da recompensa (MÜLLER e APPS, 2019). Portanto, o aumento da motivação no âmbito esportivo pode atenuar os sintomas negativos da FM (VAN CUTSEM et al., 2017) e por isso, o estado motivacional para as tarefas são constantemente reportados na população atlética (COOK e CREWOTHER, 2012; CREWOTHER et al., 2016). Embora a motivação seja um fator extremamente importante, poucos estudos têm investigado a relação entre FM e motivação (SMITH et al., 2016a; BROWN e BRAY, 2017).

Da mesma maneira, a percepção de desempenho (PD) não foi investigada em condições de fadiga mental, mas no contexto competitivo com atletas de Rugby (CREWOTHER et al., 2013). A PD é uma variável de extrema importância porque refere-se à percepção que o atleta e/ou técnico reconhece em relação à vários aspectos que compõe o desempenho esportivo. Em esportes coletivos leva-se em consideração fatores como: local do jogo, habilidades da equipe e sua taxa de trabalho em cada jogo, aderência ao plano do jogo, erros, penalidades sofridas e o possível impacto de jogos anteriores (CREWOTHER et al., 2013). Na Orientação, deve-se levar em conta a capacidade de navegação, os componentes cognitivos envolvidos e a aptidão física exigida durante o percurso.

É importante considerar que para verificar o efeito de determinada intervenção, nesse caso, da fadiga mental, os atletas precisam apresentar boas condições físicas e psicológicas. Portanto, a avaliação do bem-estar (BE) e do estado de recuperação percebido (ERP) foram consideradas variáveis de controle no presente estudo. Ambas as avaliações são marcadores subjetivos bem suportados na literatura como ferramentas para monitorar a condição dos atletas (GALLO et al., 2016; ANTUALPA, AOKI e MOREIRA, 2017).

Até o momento, nenhuma evidência verificou o efeito da FM sobre os aspectos subjetivos em atletas de Orientação, o que reforça a relevância de tal investigação. Hipotetiza-se que em situação de FM os orientistas tenham as percepções de esforço, de motivação e de desempenho prejudicadas.

2.5.2 Aspectos Fisiológicos

Alguns estudos têm demonstrado que o efeito negativo da FM no desempenho esportivo em ciclistas (SILVA-CAVALCANTE et al., 2018) e jogadores de handebol (PENNA et al., 2018a), não se deve prioritariamente por fatores cardiovasculares ou neuromusculares.

Adicionalmente, evidências recentes têm demonstrado que a FM não altera a produção de força máxima e consequentemente a potência e a velocidade máxima, uma vez que a força máxima se refere à capacidade de um atleta produzir todas estas capacidades por um curto período durante exercícios isolados ou de corpo inteiro (PAGEAUX e LEPERS, 2018). O estudo de Duncan et al., (2015) com indivíduos ativos demonstrou que após 40 min de tarefa de vigilância a potência em cicloergômetro após 4 x 30 s (Teste de Wingate) não foi prejudicada. Pageaux et al., (2013) também não verificaram mudanças na contração voluntária máxima nos extensores do joelho em indivíduos ativos após 90 min de tarefa mentalmente fatigante.

Com base nessas evidências, especula-se que mesmo em situação de fadiga mental, indivíduos ativos e atletas ainda são capazes de produzir o máximo de força e saltar o mais alto possível. Em suma, parece que o impacto negativo da FM no desempenho esportivo se limita ao exercício submáximo e ao tempo pelo qual esta atividade é realizada. Contudo, alguns estudos verificaram que a FM pode influenciar fatores fisiológicos, como o aumento da atividade cerebral (córtex pré-frontal) verificado por EEG pela ativação da banda *theta* (PIRES et al., 2018), e a regulação autonômica da frequência cardíaca alterando diminuindo a atividade parassimpática (MIZUNO et al., 2011).

A frequência cardíaca (FC) é um marcador fisiológico importante no monitoramento não apenas do treinamento, mas também durante uma corrida ou partida competitiva. Entretanto, a FC após uma tarefa mentalmente fatigante foi pouco investigada. Taelman et al. (2008), verificaram em indivíduos não-atletas

mudanças na FC e na variabilidade da FC após uma tarefa mentalmente fatigante. Portanto, é pertinente investigar o comportamento da FC de Orientistas durante uma tarefa de esforço mental.

Assim como a frequência cardíaca, a carga interna (CI) também é considerada uma importante ferramenta de controle do treinamento e tem sido investigada no âmbito esportivo (MOREIRA et al., 2012; ARRUDA et al., 2018). No entanto, a CI como variável dependente da FM, tem sido pouco investigada, principalmente, na Orientação. A CI representa a resposta fisiológica do atleta ao estresse decorrente do exercício (NAKAMURA et al., 2010), apresentado validade e utilidade em avaliações de cargas relacionadas ao desempenho (NAKAMURA et al., 2010; PEDRO et al., 2014).

Dessa maneira, considerando o prolongado esforço mental com o qual orientistas são constantemente submetidos, principalmente às demandas cognitivas, torna-se imprescindível monitorar as mudanças em diversas variáveis psicofisiológicas, tais como a FC e a CI, resultantes dos efeitos da FM.

2.5.3 Desempenho Esportivo

Os efeitos da fadiga mental sobre o desempenho têm sido reportados de duas diferentes formas, efeito no desempenho físico, geralmente realizado em ambiente laboratorial, e esportivo, este ainda pode ser subdividido em desempenho técnico e tático, realizado em situações que se aproximam à realidade do esporte.

No contexto do exercício, Marcora (2014) num estudo realizado com jogadores de futebol, verificou que após 30 min de tarefa mentalmente fatigante houve uma redução na distância percorrida no Yo-Yo Test. Com um protocolo de fadiga mental semelhante, Salam et al. (2018) verificaram num estudo com ciclistas, redução na potência em cicloergômetro até exaustão em 40%, 60%, 80% e 100% do VO_{2pico} .

No âmbito esportivo, quando atletas foram submetidos a um protocolo de FM com desempenho subsequente que se aproxima da situação real do esporte, os seguintes resultados foram observados. Moreira et al. (2018) verificaram em jogadores de basquete um aumento no número de *turnovers* (perda da bola para o time adversário) em jogos reduzidos. No estudo de Smith et al. (2016a) com jogadores de futebol, verificou-se que a FM prejudicou a tomada de decisão específica do futebol, resultando em menor precisão da resposta e maior tempo para

resposta. Na natação, Penna et al. (2018b) demonstrou que a FM aumentou o tempo gasto para completar prova de 1.500 m e reduziu a velocidade.

O desempenho esportivo na Orientação é medido pelo tempo total de prova, ou seja, o orientista mais rápido apresenta o melhor desempenho. Cabe ressaltar que as capacidades físicas e cognitivas estão diretamente envolvidas nas tomadas de decisões que os orientistas tomam entre os pontos de controle, e estas capacidades influenciam diretamente o desempenho esportivo. Portanto, não somente a fadiga central, mas também a fadiga mental pode prejudicar e interferir no rendimento esportivo destes atletas.

Recentemente, Almeida et al. (2019) reportaram que aproximadamente 62,5% dos orientistas investigados apresentaram 6 ou mais sintomas de estresse após uma prova de Orientação. Ainda, há ausência de estudos relacionando o efeito do estresse psicológico com o desempenho esportivo, o que reforça a realização deste estudo.

Em suma, a FM prejudica o desempenho físico e esportivo, mas são poucos os estudos que investigam a FM e o desempenho que demonstram validade ecológica. Desse modo, é de extrema importância incorporar aos protocolos de estudos futuros, atividades que contemplem situações reais ao contexto esportivo de determinada modalidade esportiva.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 AMOSTRA

A amostra foi constituída por 15 orientistas profissionais, da categoria A, do sexo masculino (média \pm DP: 30 \pm 8 anos; estatura 1,74 \pm 0,05 m; massa corporal 74,4 \pm 7,4 kg; gordura corporal 13,9 \pm 3,3%; $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ 51,5 \pm 5,1 ml·kg⁻¹·min⁻¹), representantes da cidade de Guarapuava, Paraná, Brasil, contatados através do Clube de Orientação da cidade. Os critérios para seleção da amostra foram: 1) atletas de orientação com no mínimo 3 anos em provas oficiais, 2) isentos de tratamentos físicos e/ou farmacológicos, e 3) preenchimento do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE. Foram excluídos do estudo: atletas que não completaram todas os procedimentos experimentais e de controle. Todos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (ANEXO 1), parecer nº 3.185.736. O número amostral (n) foi determinado por sensibilidade, considerando-se $f = 0,30$ (ou maiores), $\alpha = 0,05$ e $\beta = 0,80$.

3.2 PROCEDIMENTOS

3.2.1 Avaliação 1 - Caracterização Amostral

Todos os participantes foram submetidos a três avaliações, sendo a primeira correspondente à caracterização amostral, concretizada em ambiente laboratorial e, as seguintes, destinadas às condições experimentais do estudo.

Os procedimentos para caracterização amostral corresponderam à um Questionário de Prontidão de Atividade Física – Q-PAF e a duas avaliações, sendo estas antropométricas (MCARDLE, KATCH e KATCH, 2016; SIRI e LUKASKI, 1993) e cardiorrespiratória (EBBELING et al., 1991). Todos os procedimentos de caracterização fizeram parte de uma avaliação completa que foi entregue aos atletas com o objetivo de fornecer informações relevantes sobre o condicionamento físico atual e auxiliar em seus respectivos treinamentos físicos e esportivos. Todos os atletas foram informados em relação aos procedimentos do estudo.

3.2.2 Avaliações 2 e 3 – Delineamento Experimental

O delineamento experimental adotado foi o *crossover*, ou seja, todos os indivíduos foram submetidos às duas condições do estudo: experimental (EXP) e controle (CON). Considera-se então que a amostra do estudo é considerada controle dela mesma, sendo que a alocação dos indivíduos para as condições EXP e CON foram realizadas de maneira randomizada.

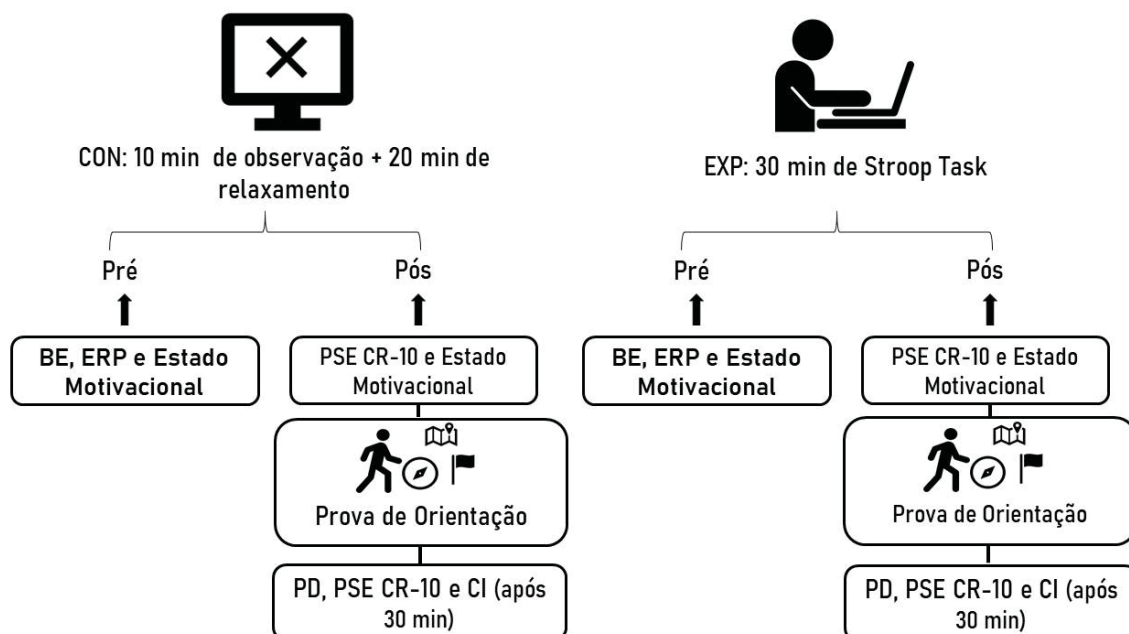
As condições experimentais (EXP e CON) tiveram inicialmente a mensuração do bem-estar geral (BE) (MCLEAN et al., 2010), e do estado de recuperação percebido (ERP) (LAURENT et al., 2011). O estado motivacional (EM) (SALVADOR et al., 2003) foi mensurado pré-tarefa cognitiva (EXP ou CON) e pré-prova de orientação.

O desempenho esportivo, definido como tempo total para realização da prova de Orientação, foi mensurado imediatamente ao término da prova em ambas as condições (EXP e CON). A percepção subjetiva de esforço (PSE/CR-10) (BORG, 1998) foi mensurada pós-tarefa cognitiva (EXP ou CON) e pós-prova de orientação. A percepção de desempenho (PD) (CREWETHER et al., 2013), foi mensurada imediatamente após o término da prova. Após 30 min, a carga-interna (CI) (FOSTER et al., 2001) foi mensurada. Durante todos os momentos referentes às tarefas cognitivas (EXP ou CON), a FC foi monitorada por um frequencímetro da marca Polar (modelo H7).

Para a realização da prova de Orientação, as pistas foram realizadas em ambiente aberto destinado à pratica da modalidade, conforme as recomendações da Federação Internacional de Orientação – IOF. Os mapas de Orientação foram elaborados por um profissional, respeitando-se as normas internacionais (ANEXO 2). Consequentemente, a distância e as dificuldades impostas pelo ambiente para acesso aos pontos de controle foram as mesmas em ambas as condições. As provas tiveram a distância de 3,1 km e foram realizadas matutiname (25 °C), com (EXP) e sem (CON) a aplicação de um protocolo de esforço mental de 30 min (PAGEAUX et al., 2014; CLARK et al., 2019) (Figura 3). O intervalo entre as condições foi de uma semana.

Na condição EXP, os sujeitos foram submetidos a 30 min de esforço mental (tarefa cognitiva incongruente - *Stroop Task*), conforme proposto por Moreira et al. (2018). Já na condição CON, a uma tarefa observacional de 10 min sem estímulo, considerada uma tarefa cognitiva fácil (os atletas deveriam observar uma cruz

branca frente à tela do computador), nas mesmas condições EXP (MARTIN et al., 2016), seguida de 20 min de relaxamento (MOREIRA et al., 2018). As tarefas foram realizadas de forma individual, com o mínimo de interferência externa e sem



nenhuma informação adicional dada pelo avaliador durante o teste.

Figura 3 - Desenho experimental. Bem-estar (BE); estado de recuperação percebido (ERP); percepção subjetiva de esforço (PSE CR-10); carga interna (CI).

3.3 INSTRUMENTOS

3.3.1 Bem-estar

O bem-estar foi avaliado por um questionário proposto por McLean et al. (2010), composto por 5 itens referentes ao estresse, a fadiga, a qualidade do sono, a dor muscular geral e o humor (ANEXO 3). Cada item contém uma escala específica de cinco pontos (ex.: item fadiga: 1 corresponde a “sempre cansado” e 5 a “muito descansado”). A partir da soma dos escores dos 5 itens, o bem-estar global é determinado. O bem-estar tem sido avaliado na população atlética (ANTUALPA et al., 2017; RYAN et al., 2019).

3.3.2 Estado de Recuperação Percebido

O estado de recuperação percebido (ERP) foi utilizado para avaliar o estado de recuperação do atleta através de uma escala de 0 a 10 (LAURENT et al., 2011), em que 0 corresponde a “muito mal recuperado/extremamente cansado” e 10 corresponde a “muito bem recuperado/altamente enérgico” (ANEXO 4). Tem sido frequentemente utilizada no monitoramento do estado de recuperação esportivo devido à fácil aplicação e por ser um método não invasivo (PAUL, TOMAZOLI e NASSIS, 2019). O BE e o ERP foram medidas de controle utilizadas para assegurar que todos os atletas estivessem nas mesmas condições pré-condição EXP e CON.

3.3.3 Estado Motivacional

A motivação é um construto complexo que se refere à tarefa, especificidade situacional e ambiental (COOK, KILDUFF e CREWOTHER, 2018). Para capturar alguns desses elementos, cada atleta foi instruído a classificar seu estado motivacional para a tarefa subsequente (cognitiva ou esportiva), através da pergunta: “Como você classificaria sua motivação para a tarefa seguinte? ”. A classificação foi realizada em uma escala Likert de 0 a 4, em que 0 corresponde à “Nem um pouco motivado” e 4 “extremamente motivado” proposta por Salvador et al. (2003) (ANEXO 5). O estado motivacional tem sido frequentemente utilizado na população atlética (COOK et al., 2018; CREWOTHER et al., 2016).

3.3.4 Percepção Subjetiva de Esforço - CR-10

A PSE foi utilizada para mensurar de forma subjetiva o nível de esforço percebido pelos atletas nas condições experimentais - EXP e CON. Os atletas foram questionados sobre: “Qual a percepção de esforço em relação a tarefa que acabou de realizar? ”, com a respectiva classificação em uma escala numérica de 0 a 10, em que 0 corresponde a “repouso” e 10 corresponde a “máximo” (ANEXO 6). Esta escala apresenta boa validade e alto índice de confiabilidade (0,90) (BORG, 1998).

3.3.5 Carga Interna

A avaliação da CI foi baseada na abordagem de Foster et al. (2001) dada pelo produto da PSE CR-10 x Duração da Sessão, caracterizada neste estudo como o

tempo para completar uma prova de Orientação. O método tem demonstrado validade e utilidade da avaliação da carga de treinamento relacionada ao desempenho em atletas (NAKAMURA et al., 2010; PEDRO et al., 2014).

3.3.6 Desempenho

O desempenho esportivo foi determinado pelo tempo total necessário para realização de uma Prova de Orientação com distância de 3,1 km em linha reta. Após o recebimento dos mapas, os orientistas foram liberados para realização da prova de forma individual. Os avaliadores mantiveram-se posicionados na linha de chegada e foram responsáveis pela aferição do tempo de prova.

3.3.7 Percepção de Desempenho

A percepção do desempenho foi mensurada com o objetivo de verificar como os atletas perceberam o desempenho esportivo nas situações experimentais (EXP e CON). Para isso, os atletas foram questionados sobre “Como você percebeu o desempenho esportivo? “. A classificação foi realizada por uma escala de classificação simples de 1 (“Péssimo desempenho”) a 4 (“Ótimo desempenho”) (ANEXO 7). Todavia, a percepção não deveria ser somente em relação ao tempo da prova, mas também sobre a capacidade de navegação, bem como os componentes cognitivos envolvidos, além da capacidade física exigida durante o percurso. Esta ferramenta tem sido utilizada rotineiramente na mensuração da percepção de desempenho em atletas (COOK e CREWETHER, 2012; CREWETHER et al., 2013).

3.3.8 *Stroop Task*

O esforço mental foi realizado durante 30 min de tarefa cognitiva incongruente *Stroop Task* (STROOP, 1992) (Figura 4). O *Stroop* tem sido amplamente utilizado em estudos que investigaram os efeitos da fadiga mental e desempenhos físico e esportivo subsequente (MOREIRA et al., 2018; PENNA et al., 2018a; SALAM et al., 2017). A tarefa consiste em responder o mais rápido possível ao estímulo que aparece no centro da tela do computador, pressionando a tecla correspondente com os botões do teclado. Quatro palavras coloridas (verde, amarelo, azul e vermelho)

foram apresentadas aleatoriamente uma a uma na tela do computador. Se a cor da tinta da palavra fosse verde, amarela ou azul, os participantes deveriam indicar a cor da palavra, ignorando o significado da palavra. Contudo, se a cor da tinta fosse vermelha, o botão pressionado deveria ser vinculado ao significado real da palavra. Pelo fato de os estímulos serem compostos por palavras e cores de tintas que não combinam um maior controle cognitivo e inibição da resposta é solicitado (FILIPAS et al., 2018).

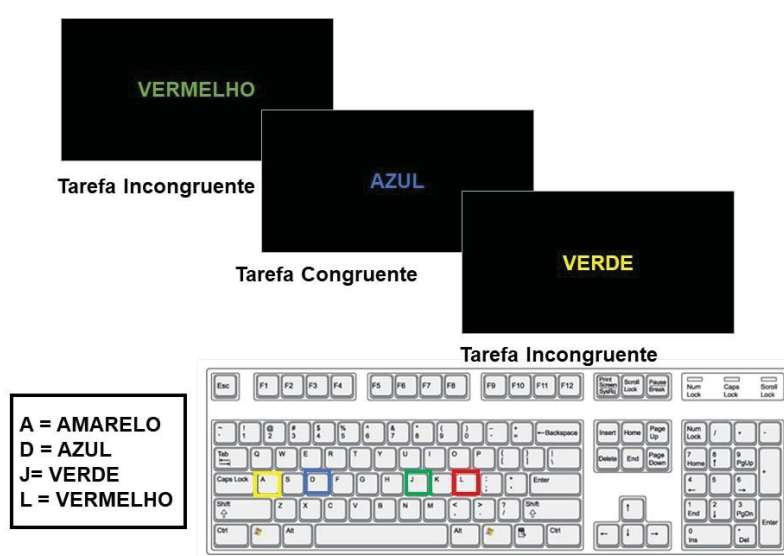


Figura 4 – Ilustração do teste *Stroop Task*.

3.4 TRATAMENTO ESTATÍSTICO

A estatística descritiva foi adotada para a obtenção de medidas de tendência central (médias) e dispersão (desvio-padrão). A normalidade dos dados foi verificada aplicando-se o teste de Kolmogorov-Smirnov, precedido do *Teste T de Student para Amostras Dependentes* e da *Análise de Variância (ANOVA) de Medidas Repetidas*. Adicionalmente, o *Tamanho de Efeito* (TE) (COHEN, 1998), que representa uma abordagem estatística inferencial baseada em magnitude, foi calculado (WINTER, ABT e NEVILL, 2014), com correção de Hedges e intervalo de confiança de 90% (IC 90%) - sendo um efeito considerado trivial até 0,19, pequeno entre 0,20 e 0,49, moderado entre 0,50 e 0,79 e grande acima de 0,80 (COHEN, 1998). O nível de

significância adotado foi de 0,05, e todas as análises foram realizadas através do pacote estatístico *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), versão 20.0.

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Na Tabela 1 são reportados os resultados das variáveis subjetivas, com e sem a aplicação do protocolo de esforço mental. Na Tabela 2, as frequências cardíacas e a carga interna nas correspondentes condições. Não foram verificadas diferenças significativas entre as condições nas variáveis psicofisiológicas e no desempenho esportivo ($p > 0,05$).

Tabela 1 - Médias e desvios-padrão do bem-estar, do estado de recuperação, e do estado motivacional de 15 orientistas, com (EXP) sem (CON) a aplicação de um protocolo de esforço mental de 30 min.

	EXP	CON
Bem-estar	21 ± 3	22 ± 3
Estado de recuperação percebido	9 ± 1	8 ± 1
Estado Motivacional pré-TC	3 ± 1	3 ± 1
Estado Motivacional pré- prova de Orientação	3 ± 1	3 ± 1

TC = tarefa cognitiva.

Tabela 2 - Médias e desvios-padrão da frequência cardíaca e da carga interna de 15 orientistas, com (EXP) sem (CON) a aplicação de um protocolo de esforço mental de 30 min.

	EXP	CON
FC média (bpm)	72,2 ± 11,6	67,1 ± 9,2
FC máxima (bpm)	96,3 ± 10,8	99,9 ± 14,9
Carga Interna	248,4 ± 116	254,7 ± 145

Embora não tenham sido verificadas diferenças significativas entre as condições no desempenho da Orientação, um leve aumento (2 min e 4 s) no tempo da prova foi encontrado na condição EXP (40,8 ± 11 min) em comparação à condição CON (38,4 ± 13 min) (Figura 5).



Figura 5 - Efeito do esforço mental no Desempenho Esportivo de 15 orientistas, com (EXP) sem (CON) a aplicação de um protocolo de esforço mental de 30 min

A PSE pós-tarefa cognitiva foi significativamente superior na condição EXP ($p < 0,05$) em comparação a CON (Figura 6). O mesmo não foi visto na PSE pós-prova de Orientação ($p > 0,05$).

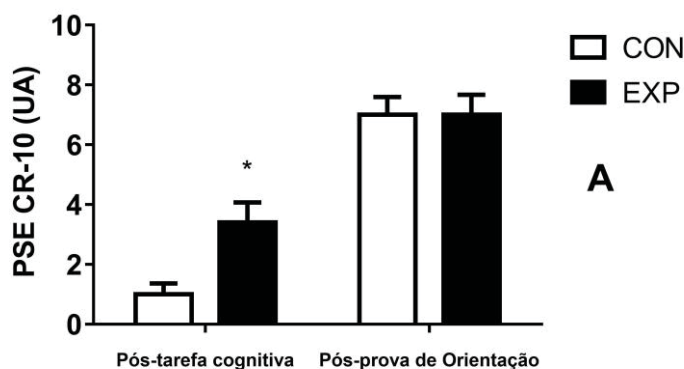


Figura 6 - Efeito do esforço mental na percepção subjetiva de esforço (PSE CR-10) de 15 orientistas, com (EXP) sem (CON) a aplicação de um protocolo de esforço mental de 30 min * Diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$).

A magnitude da diferença dessas variáveis expressa pelo (TE) com IC de 90% verificou efeito trivial para BE (TE = -0,36; IC 90% = -0,95; 0,26) e efeito moderado para ERP (TE = 0,74; IC 90% = 0,10; 1,34). O EM apresentou escore médio “3” (muito motivado) e efeito trivial (TE = 0,0; IC 90% = -0,60; 0,60).

Para o desempenho na Orientação (TE = 0,20; IC 90% = -0,41; 0,79) e para FC média (TE = 0,49; IC 90% = -0,14; 1,08) observou-se efeito pequeno. Para FC máxima (TE = -0,28; IC 90% = -0,87; 0,33) e CI observou-se efeito trivial (TE = -0,05; IC 90% = -0,65; 0,55).

A percepção de desempenho teve seu escore médio classificado como “bom - 4” (bom), e verificou-se efeito trivial (TE = 0,0; IC 90% = -0,60; 0,60). Para PSE pós-tarefas cognitivas observou-se grande efeito (TE = 0,96; IC 90% = 0,30; 1,56). E para a PSE pós-prova de Orientação observou-se efeito trivial (TE = 0,0; IC -0,60; 0,60).

5 DISCUSSÃO

A proposta do presente estudo foi investigar o efeito da FM, por meio de uma tarefa de esforço mental, nas variáveis psicofisiológicas e no desempenho esportivo em atletas de Orientação. Os principais achados desta investigação foi que 30 min de esforço mental aumentaram significativamente a PSE em atletas de orientação, levando a um aumento no tempo médio de desempenho em 2 min e 4s, porém com diferenças não significativas quando comparadas à condição CON. As demais variáveis não apresentaram diferenças significativas entre as condições.

O bem-estar e o estado de recuperação reportado pelos atletas, demonstrou estar semelhante em ambas as condições com valores elevados, o que representa uma boa condição física e psicológica dos orientistas antes de serem submetidos às condições do estudo.

Com relação às respostas fisiológicas, tem sido demonstrado que variáveis como FC, lactato e consumo de oxigênio geralmente não são afetadas pela MF (MARCORA et al., 2009; PAGEAUX et al., 2013). No presente estudo, verificou-se que a FC (média e máxima) não foi afetada após 30 min de esforço mental, e essas respostas podem ser justificadas pela grande capacidade cardiorrespiratória dos atletas de Orientação. Anteriormente, Larsson et al. (2002) também verificaram elevado condicionamento cardiorrespiratório em orientistas suecos, demonstrando fortes correlações do limiar anaeróbico com VO_{2pico} em altas velocidades de corrida e menos erros.

Apesar de não haverem sido verificadas diferenças significativas nas variáveis psicofisiológicas entre as condições, os achados do presente estudo demonstram um aumento significativo da PSE pós-tarefa cognitiva. Esse aumento parece estar associado à ativação do sistema de inibição cerebral que compartilha substratos neurais comuns com o sistema de inibição física (ISHII, TANAKA e WATANABE, 2014), aumentando a liberação de neurotransmissores cerebrais como adenosina e serotonina e diminuição dos níveis dopaminérgicos, bem como a sensibilidade de estímulos negativos (SCHIPHOF-GODART et al., 2018).

A orientação é uma modalidade esportiva fortemente influenciada por parâmetros cognitivos (CREAGH e REILLY, 1997), cuja grande capacidade de leitura e interpretação de mapas, conseqüentemente, permitirá uma rápida tomada de decisões e no melhor desempenho (MILLET et al., 2010; MOTTET e SAURY, 2013). Essa vantagem cognitiva pode explicar o não efeito da FM no desempenho da Orientação, demonstrado pelos atletas do presente estudo. No entanto, é necessário considerar que 2 min e 4s a mais no tempo de corrida entre atletas de elite podem resultar em grandes danos ao desempenho esportivo. Recentemente, estudos realizados com ciclistas treinados também não encontraram efeitos significativos da FM no desempenho esportivo (SILVA-CAVALCANTE et al., 2018; VRIJKOTTE et al., 2018). A resistência à FM pode estar associada a fatores genéticos e adaptações morfológicas e funcionais no córtex cingulado anterior induzido por alto volume e intensidade de treinamento aeróbico (MARTIN et al., 2016; SILVA-CAVALCANTE et al., 2018).

Outro fator que pode justificar os efeitos não significativos da FM no desempenho da Orientação é a possível vantagem cognitiva, que pode ser influenciada pela experiência na Orientação (ECCLES e ARSAL, 2015). A atenção visual no mapa, ambiente e no percurso, simultaneamente, sob uma restrição de tempo e o estresse da competição, pode resultar em um processo altamente complexo que envolve atenção, tomada de decisão e controle emocional (ECCLES e ARSAL, 2015; ROBAZZA et al., 2018). Orientistas são capazes não apenas de interpretar o desempenho atual, mas também de refletir sobre as dificuldades encontradas durante a corrida para não prejudicar o desempenho subsequente, e sugere-se que esse recurso possa ser obtido através de prática extensiva e experiência em um domínio específico na Orientação (MACQUET et al., 2012). Além disso, a experiência de longo prazo é um componente fundamental e vital da aquisição de outras habilidades cognitivas (BATISTA et al., 2020). Os atletas do presente estudo mostraram uma experiência média de 6 anos em Orientação.

Tendo em vista que o estado motivacional, a percepção de desempenho e a carga interna não foram afetadas pela FM, especula-se que 30 min de esforço mental podem não ter sido suficiente para promover alterações nas variáveis do

presente estudo. Possivelmente, se o tempo de tarefa de esforço mental fosse superior (60 min), conforme adotado em estudos anteriores (VRIJKOTTE et al., 2017; STAIANO et al., 2019), um efeito significativo da FM poderia ser observado. Martin et al. (2016) também não encontraram efeito da FM no desempenho em ciclistas devido às melhorias agudas na capacidade de controle inibitório superior, mesmo sem alterações significativas em parâmetros fisiológicos específicos. O alto controle inibitório necessário para o melhor desempenho nos atletas de Orientação corresponde ao foco nas tarefas necessárias durante a corrida, considerando as interações cognitivas referentes ao mapa, o terreno e as distâncias entre os pontos de controle (ECCLES e ARSAL, 2015).

Adicionalmente, é preciso levar em consideração que atletas de modo geral vivem constantemente sob situações de estresse e ao longo de suas vidas adquirem e apropriam-se de alguns recursos para prosseguirem na prática esportiva. Dessa maneira, verificou-se no presente estudo que apesar de estarem mentalmente fadigados, os orientistas utilizaram recursos ou estratégias de *coping* (enfrentamento) que permitiu estarem em um estado mental apropriado para cumprir a prova de Orientação.

Melhoras na eficiência neuronal, induzidas pelo treinamento, podem também influenciar no retardo da FM (MARTIN et al., 2018). De acordo com Martin et al. (2018), acúmulos de adenosina no córtex cingulado anterior durante períodos de privação do sono, exercícios físicos intensos e situações de esforços mentais podem ser minimizados com melhoras da eficiência mental, decorrentes de aumentos das sinapses corticais excitatórias, que se acredita estarem implicadas no aprendizado motor. Esta eficiência pode ocorrer em função da alta demanda de habilidades cognitivas inerentes à Orientação, podendo justificar a vantagem cognitiva demonstrada por praticantes de Orientação.

Recentemente, foi hipotetizado que o efeito agudo negativo da FM poderia potencialmente se tornar um estímulo de treinamento para o cérebro, resultando em maior resiliência à FM e na melhora do desempenho (MARCORA, STAIANO e MERLINI, 2015). Considerando que a Orientação é uma modalidade que combina eventos físicos e cognitivos, é possível que o treinamento específico torne seus

praticantes mais resilientes à FM, com melhoras nas capacidades físicas e cognitivas. De fato, treinamentos mentalmente fatigantes, com exercícios cardiorrespiratórios de médias e altas intensidades, têm demonstrado serem eficazes para a melhora do rendimento esportivo (MARCORA et al., 2015).

Apesar de poucos estudos no âmbito da Orientação, parâmetros fisiológicos e cognitivos vêm sendo investigados em conjunto na tentativa de justificarem os desempenhos em modalidades esportivas de longa-duração. De acordo com Kolb, Sobotka e Werner (1987) e Celestino et al. (2015), a quantidade relativa das demandas envolvidas durante a Orientação correspondem, aproximadamente, 54% aos componentes físicos e 46% aos mentais. Possivelmente devido à estas características os sujeitos do presente estudo mantiveram as variáveis perceptivas em valores elevados, consequência das boas condições físicas e mentais, impossibilitando reduções significativas de desempenho nas condições adotadas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo permite concluir que 30 min de esforço mental para induzir FM parece não afetar significativamente o desempenho e as respostas psicofisiológicas em orientistas profissionais. No entanto, vale ressaltar que na condição EXP, os atletas aumentaram uma média de 2 min e 4s em seu tempo de prova em comparação à condição CON. Esse tempo adicional pode prejudicar amplamente o desempenho de orientistas de elite, influenciando negativamente o *ranking* em competições oficiais.

Além disso, o não efeito da FM nas variáveis perceptivas e fisiológicas sugere uma possível estratégia de *coping* (enfrentamento) desenvolvida por orientistas, possivelmente pela experiência dessa modalidade. Além disso, a boa capacidade cardiorrespiratória e cognitiva destes atletas ampliou a resistência aos efeitos negativos da fadiga mental.

Sugere-se que novos estudos sejam realizados adotando-se ferramentas específicas objetivando ampliar o entendimento da influência da FM nas variáveis psicofisiológicas e no desempenho esportivo de orientistas profissionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBERT, J. et al. The role of the anterior cingulate cortex in emotional response inhibition. **Human Brain Mapping**, v. 33, n. 9, p. 2147–2160, 2012.
- ALMEIDA, K. Decision Making in Orienteering. **Scientific Journal of Orienteering**, v. 13, p. 54–64, 1997.
- ALMEIDA, K. K.; ARAÚJO, N.C.; BORTOLINI, M.J.S.; FRANÇA, E. L.; MAGALHAES NETO, A. M. Avaliação do estresse físico e psicológico de praticantes de esporte de orientação. **ConScientia e Saúde**, v. 18, n. 2, p. 285-292, 2019.
- ANTUALPA, K.; AOKI, M. S.; MOREIRA, A. Salivary steroids hormones, well-being, and physical performance during an intensification training period followed by a tapering period in youth rhythmic gymnasts. **Physiology and Behavior**, v. 179, p. 1–8, 2017.
- ARAUJO, N. C. et al. Immune and Hormonal Response to High-intensity Exercise During Orienteering. **International Journal of Sports Medicine**, v. 40, n. 12, p. 768-773, 2019.
- ARRUDA, A. F. S. et al. Competition Stage Influences Perceived Performance but Does Not Affect Rating of Perceived Exertion and Salivary Neuro-Endocrine-Immune Markers in Elite Young Basketball Players. **Physiology & Behavior**, v. 188, p. 151-156, 2018.
- BADDELEY, A. Working Memory: Theories, Models, and Controversies. **Annual Review of Psychology**, v. 63, p. 1–29, 2012.
- BARRELL, G. V.; COOPER, P. J. Somatotype Characteristics of International Orienteers. **Perceptual and Motor Skills**, v. 54, p. 767–70 1982.
- BATISTA, M. M.; PALUDO, A. C.; GULA, J. N.; PAULI, P. H.; TARTARUGA, M. P. Physiological and cognitive demands of orienteering: a systematic review. **Sport Sciences for Health**, 2020.
- BIRD, S. et al. Differences between the sexes and age-related changes in orienteering speed. **Journal of Sports Sciences**, v. 19, n. 4, p. 243–252, 2001.
- BIRD, S. et al. Heart rate responses of women aged 23-67 years during competitive orienteering. **British Journal of Sports Medicine**, v. 37, n. 3, p. 254–257, 2003.
- BIRD, S. R.; BAILEY, R.; LEWIS, J. Heart rates during competitive orienteering. **British Journal of Sports Medicine**, v. 27, n. 1, p. 53–57, 1993.
- BOKSEM, M. A. S.; TOPS, M. Mental fatigue: Costs and benefits. **Brain Research Reviews**, v. 59, n. 1, p. 125–139, 2008.

BOKSEM, M.A.S.; MEIJMAN, T.F.; LORIST, M.M. Effects of mental fatigue on attention: An ERP study. **Cognitive Brain Research**, v.25, p.107-116, 2005.

BORG, G. **Borg's Perceived Exertion and Pain Scales**. United States: Human Kinetics, 1998.

BREHM, J. W.; SELF, E. A. The intensity of motivation. **Annual Review of Psychology**, v. 40, p. 109-31, 1989.

BROWN, D.M.Y.; BRAY, S.R. Effects of Mental Fatigue on Physical Endurance Performance and Muscle Activation Are Attenuated by Monetary Incentives. **Journal of Sport & Exercise Psychology**, v. 39, n. 6, p. 385-396, 2017.

BROWNSBERGER, J.; EDWARDS, A.; CROWTHER, R.; COTTREL, D. Impact of mental fatigue on self-paced exercise. **International Journal of Sports Medicine**, v. 34, p. 1029–1036, 2013.

CABRAL, L. L. et al. A systematic review of cross-cultural adaptation and validation of Borg's Rating Of Perceived Exertion Scale. **Journal of Physical Education (Maringa)**, v. 28, n. 1, p. 1–13, 2017.

CELESTINO, T. F. et al. Elite coaches' views on factors contributing to excellence in orienteering. **Cultura, Ciencia y Deporte**, v. 11, p. 77–86, 2015.

CHALOPIN, C. Physical and Psychological Characteristics of French Orienteers. **Scientific Journal of Orienteering**, v. 10, p. 58- 62, 1994.

ÇINAR-MEDENİ, Ö. et al. The relation between knee muscle strength and performance tests in orienteering athletes. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 56, n. 11, p. 1261–1268, 2016.

CLARK, I. E. et al. Time-trial performance is not impaired in either competitive athletes or untrained individuals following a prolonged cognitive task. **European Journal of Applied Physiology**, v. 119, n. 1, p. 149–161, 2019.

COHEN, J. **Statistical power for the social sciences**. Hillsdale, NJ: Laurence Erlbaum and Associates, 1998.

COLAKOGLU, F. F. et al. The effects of the intake of an isotonic sports drink before orienteering competitions on skeletal muscle damage. **Journal of Physical Therapy Science**, v. 28, n. 11, p. 3200–3204, 2016.

CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE ORIENTAÇÃO. **Mapa de Orientação**. 2020. fotografia, color.

COOK, C. J.; CREWETHER, B. T. The effects of different pre-game motivational interventions on athlete free hormonal state and subsequent performance in professional rugby union matches. **Physiology and Behavior**, v. 106, n. 5, p. 683–

688, 2012.

COOK, C. J.; KILDUFF, L. P.; CREWETHER, B.T. Basal and stress-induced salivary testosterone variation across the menstrual cycle and linkage to motivation and muscle power. **Scandinavian Journal of Medicine Science in Sports**, v. 28, n. 4, p.1345-1353, 2018.

COUTINHO, D. et al. Exploring the effects of mental and muscular fatigue in soccer players' performance. **Human Movement Science**, v. 58, n. October 2017, p. 287–296, 2018.

COUTINHO, D. et al. Mental fatigue and spatial references impair soccer players' physical and tactical performances. **Frontiers in Psychology**, v. 8, n. SEP, 2017.

CREAGH, U.; REILLY, T. Physiological and biomechanical aspects of orienteering. **Sports Medicine**, v. 24, n. 6, p. 409–418, 1997.

CREWETHER, B. T. et al. Temporal associations between individual changes in hormones, training motivation and physical performance in elite and non-elite trained men. **Biology of Sport**, v. 33, n. 3, p. 215–221, 2016.

CREWETHER, B. T. et al. The workout responses of salivary-free testosterone and cortisol concentrations and their association with the subsequent competition outcomes in professional rugby league. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 27, n. 2, p. 471-6, 2013.

DI TORE, P. A.; CORONA, F.; SIBILIO, M. Orienteering: Spatial navigation strategies and cognitive processes. **Journal of Human Sport and Exercise**, v. 10, n. Specialissue1, p. S507–S514, 2015.

DRESEL, U. Lactate Acidosis with Different Stages in the Course of a Competitive Orienteering Performance. **Scientific Journal of Orienteering**, v. 1, p. 4–13, 1985.

DUNCAN, M. J.; FOWLER, N.; GEORGE, O.; JOYCE, S.; HANKEY, J. Mental fatigue negatively influences manual dexterity and anticipation timing but not repeated high-intensity exercise performance in trained adults. **Research in Sports Medicine**, v. 23, n. 1, p. 1-13, 2015.

EBBELING, C. B. et al. Development of a single-stage submaximal treadmill walking test. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 23 n. 8, p. 966-73, 1991.

ECCLES, D. W. Experts' circumvention of processing limitations: An example from the sport of orienteering. **Military Psychology**, v. 20, n. SUPPL. 1, p. 103–122, 2008.

ECCLES, D. W.; ARSAL, G. How do they make it look so easy? The expert orienteer's cognitive advantage. **Journal of Sports Sciences**, v. 33, n. 6, p. 609–615, 2015.

ECCLES, D. W.; WALSH, S. E.; INGLEDEW, D. K. A grounded theory of expert cognition in orienteering. **Journal of Sport and Exercise Psychology**, v. 24, n. 1, p. 68–88, 2002.

ECCLES, D. W.; WALSH, S. E.; INGLEDEW, D. K. Visual attention in orienteers at different levels of experience. **Journal of Sports Sciences**, v. 24, n. 1, p. 77–87, 2006.

FABER, L.G.; MAURITS, N. M.; LORIST, M.M. Mental Fatigue Affects Visual Selective Attention. **PLoS One**, v. 7, n. 10, 2012.

FACH, H. Visual Attention and Concentration during Stepwise Increased Treadmill Velocity in Orienteers and Long-Distance Runners. **Scientific Journal of Orienteering**, v. 1, p. 14–23, 1985.

FERNANDEZ-BAIZAN, C. et al. Egocentric and allocentric spatial memory in healthy aging: Performance on real-world tasks. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 52, n. 4, p. 1–7, 2019.

FILIPAS, L. et al. The effect of mentally demanding cognitive tasks on rowing performance in young athletes. **Psychology of Sport and Exercise**, v. 39, p. 52–62, 2018.

FOSTER, C. et al. A New Approach to Monitoring Exercise Training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 15, n. 1, p. 109–115, 2001.

GALLO, T.F.; CORMACK, S.J.; GABBETT, T.J.; LORENZEN, C.H. Pre-training Perceived Wellness Impacts Training Output in Australian Football Players. **Journal of Sports Sciences**, v.34, n. 15, p. 1445-51, 2016.

GAL-OR, Y.; TENENBAUM, G.; SHIMRONY, S. Cognitive behavioural strategies and anxiety in elite orienteers. **Journal of Sports Sciences**, v. 4, n. 1, p. 39–48, 1986.

GANDEVIA, S. C. Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue. **Physiological Reviews**, v. 81, n. 4, p. 1725–1789, 2001.

GARCIA, R. B.; GALERA, C. Habilidades visuoespaciais: Conceitos e instrumentos de avaliação. **Sociedade Brasileira de Neuropsicologia**, p. 7–11, 2015.

GERGELYFI, M. et al. Dissociation between mental fatigue and motivational state during prolonged mental activity. **Frontiers in Behavioral Neuroscience**, v. 9, n. JULY, p. 1–15, 2015.

GJERSET, A.; JOHANSEN, E.; MOSER, T. Aerobic and Anaerobic Demands in Short Distance Orienteering. **Scientific Journal of Orienteering**, v. 13, p. 4–25, 1997.

GUZMÁN, J.; PABLOS, A.; PABLOS, C. Perceptual-cognitive skills and performance

in orienteering. **Perceptual and Motor Skills**, v. 107, n. 1, p. 159–64, 2008.

HÉBERT-LOSIER, K. et al. The influence of surface on the running velocities of elite and amateur orienteer athletes. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 24, n. 6, p. e448–e455, 2014.

HÉBERT-LOSIER, K.; JENSEN, K.; HOLMBERG, H. C. Jumping and hopping in elite and amateur orienteering athletes and correlations to sprinting and running. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 9, n. 6, p. 993–999, 2014.

HÉBERT-LOSIER, K.; PLATT, S.; HOPKINS, W. G. Sources of variability in performance times at the world orienteering championships. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 47, n. 7, p. 1523–1530, 2015.

INZLICHT, M.; MARCORA, S. M. The central governor model of exercise regulation teaches us precious little about the nature of mental fatigue and self-control failure. **Frontiers in Psychology**, v. 7, n. MAY, p. 1–6, 2016.

ISHII, A.; TANAKA, M.; WATANABE, Y. Neural mechanisms of mental fatigue. **Reviews in the Neurosciences**, v. 25, n. 4, p. 469–479, 2014.

JENSEN, K.; JOHANSEN, L.; KÄRKKÄINEN, O. P. Economy in track runners and orienteers during path and terrain running. **Journal of Sports Sciences**, v. 17, n. 12, p. 945–50, 1999.

JOHANSSON, C. et al. Peak torque and OBLA running capacity in male orienteers. **Acta Physiologica Scandinavica**, v. 132, n. 4, p. 525–530, 1988.

JUHAS, I.; BAČANAC, L.; KOZODEROVIĆ, J. The most common errors in orienteering and their relation to gender, age and competition experience. **FACTA UNIVERSITATIS Series: Physical Education and Sport**, v. 14, n. 2, p. 211–226, 2016.

KOLB, H.; SOBOTKA, R.; WERNER, R. A model of performance-determining components in orienteering. **Scientific Journal of Orienteering**, v. 3, p. 71– 81., 1987.

LADYGA, M. et al. Development of the aerobic fitness in elite young orienteers. **Biology of Sport**, v. 21, p. 105–120, 2004.

LARSSON, P. et al. Analysis of performance in orienteering with treadmill tests and physiological field tests using a differential global positioning system. **Journal of Sports Sciences**, v. 20, n. 7, p. 529–535, 2002.

LAUKKANEN, R. et al. Training profile, physical performance capacity and competition success of Finnish female elite orienteers. **Scientific Journal of Orienteering**, v. 7, p. 5–11, 1991.

LAURENT, C. M. et al. A practical approach to monitoring recovery: Development of a perceived recovery status scale. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 25, n. 3, p. 620-628, 2011.

LE MANSEC, Y. et al. Mental fatigue alters the speed and the accuracy of the ball in table tennis. **Journal of Sports Sciences**, v. 36, n. 23, p. 2751–2759, 2017.

LENZ, T. The behavior of heart rate and lactic acid in orienteers in treadmill ergometry and branch-specific running training. **Scientific Journal of Orienteering**, v. 3, p. 15–23, 1987.

LIU, Y. Visual search characteristics of precise map reading by orienteers. **PeerJ**, v. 7:e7592, p. 1–15, 2019.

LORIST, M. M.; BOKSEM, M. A. S.; RIDDERINKHOF, K. R. Impaired cognitive control and reduced cingulate activity during mental fatigue. **Cognitive Brain Research**, v. 24, n. 2, p. 199–205, 2005.

LUNDGREN, K. M. et al. Sport-Specific Physiological Adaptations in Highly Trained Endurance Athletes. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 47, p. 2150–2157, 2015.

MACQUET, A. C.; ECCLES, D. W.; BARRAUX, E. What makes an orienteer an expert? A case study of a highly elite orienteer's concerns in the course of competition. **Journal of Sports Sciences**, v. 30, n. 1, p. 91–99, 2012.

MARCORA, S. M. Do we really need a central governor to explain brain regulation of exercise performance? **European Journal of Applied Physiology**, v. 104, n. 5, p. 929–931, 2008.

MARCORA, S. M.; STAIANO, W. The limit to exercise tolerance in humans: Mind over muscle? **European Journal of Applied Physiology**, v. 109, n. 4, p. 763-70, 2010.

MARCORA, S. M.; STAIANO, W.; MANNING, V. Mental fatigue impairs physical performance in humans. **Journal of Applied Physiology**, v. 106, n. 3, p. 857–864, 2009.

MARCORA, S. M.; STAIANO, W.; MERLINI, M. A Randomized Controlled Trial of Brain Endurance Training (BET) to Reduce Fatigue During Endurance Exercise. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 47, n. May 2015, p. 198, 2015.

MARGARIDO, J. **Orientista na 1ª etapa do Campeonato Brasileiro de Orientação**. 2015. fotografia, color.

MARTIN, K. et al. Mental Fatigue Impairs Endurance Performance: A Physiological Explanation. **Sports Medicine**, v. 48, n. 9, p. 2041–2051, 2018.

MARTIN, K. et al. Superior inhibitory control and resistance to mental fatigue in professional road cyclists. **PLoS ONE**, v. 11, n. 7, p. 1–15, 2016.

MATSUSHIMA, E.; RIBEIRO FILHO, N. Interações entre sistemas de referência alocléricos e egocéricos: evidências dos estudos com direção percebida. **Estudos e Pesquisas em Psicologia (Impr.)**, v. 3, n. 1, p. 72–81, 2003.

MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do Exercício - Nutrição, Energia e Desempenho Humano**. Guanabara Koogan, 2016.

MCLEAN, B. D. et al. Neuromuscular, endocrine, and perceptual fatigue responses during different length between-match microcycles in professional rugby league players. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 5, n. 3, p. 367–383, 2010.

MCMORRIS, T. et al. Cognitive fatigue effects on physical performance: A systematic review and meta-analysis. **Physiology and Behavior**, v. 188, n. February, p. 103–107, 2018.

MCPHERSON, S. L. Tactical differences in problem representations and solutions in collegiate varsity and beginner female tennis players. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v. 70, n. 4, p. 369–384, 1999.

MEHTA, R. K.; PARASURAMAN, R. Effects of mental fatigue on the development of physical fatigue: A neuroergonomic approach. **Human Factors**, v. 56, n. 4, p. 645–656, 2014.

MILLET, G. Y. et al. Changes in running pattern due to fatigue and cognitive load in orienteering. **Journal of Sports Sciences**, v. 28, n. 2, p. 153–160, 2010.

MIZUNO, K. et al. Mental Fatigue Caused by Prolonged Cognitive Load Associated With Sympathetic Hyperactivity. **Behavioral and Brain Functions**, v. 7, 17, 2011.

MOREIRA, A. et al. Mental fatigue impairs technical performance and alters neuroendocrine and autonomic responses in elite young basketball players. **Physiology and Behavior**, v. 196, n. January, p. 112–118, 2018.

MOREIRA, A. et al. Monitoring Internal Load Parameters During Simulated and Official Basketball Matches. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 26, n. 3, p. 861-6, 2012.

MOSER, T. et al. Aerobic and Anaerobic Demands in Orienteering. **Scientific Journal of Orienteering**, v. 11, p. 3–30, 1995.

MOSSO, A. **Fatigue**. London: Allen & Unwin Ltd, 1891.

MOTTET, M.; SAURY, J. Accurately locating one's spatial position in one's environment during a navigation task: Adaptive activity for finding or setting control

flags in orienteering. **Psychology of Sport and Exercise**, v. 14, n. 2, p. 189–199, 2013.

MÜLLER, T.; APPS, M. A. J. Motivational fatigue: A neurocognitive framework for the impact of effortful exertion on subsequent motivation. **Neuropsychologia**, v. 123, p. 141–151, 2019.

MUÑOZ-NIETO, A. et al. New insights into the concept of orienteering maps. **Cartographic Journal**, v. 50, n. 1, p. 91–97, 2013.

NAKAMURA, F. Y.; MOREIRA, A.; AOKI, M. S. Monitoramento da carga de treinamento: a percepção subjetiva do esforço da sessão é um método confiável? **Revista da Educação Física/UEM**, v. 21, n. 1, p. 1–11, 2010.

NOAKES, T. D.; ST. CLAIR GIBSON, A.; LAMBERT, E. V. From catastrophe to complexity: A novel model of integrative central neural regulation of effort and fatigue during exercise in humans: Summary and conclusions. **British Journal of Sports Medicine**, v. 39, n. 2, p. 120–124, 2005.

NOTARNICOLA, A. et al. Improved mental representation of space in beginner orienteers. **Perceptual and Motor Skills**, v. 114, n. 1, p. 250–260, 2012.

PAGEAUX, B. et al. Response inhibition impairs subsequent self-paced endurance performance. **European Journal of Applied Physiology**, v. 114, n. 5, p. 1095–1105, 2014.

PAGEAUX, B.; LEPERS, R. The effects of mental fatigue on sport-related performance. **Progress in Brain Research**, v. 240, p. 291–315, 2018.

PAGEAUX, B.; MARCORA, S. M.; LEPERS, R. Prolonged mental exertion does not alter neuromuscular function of the knee extensors. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 45, n. 12, p. 2254–2264, 2013.

PALERMO, S.; STANZIANO, M.; MORESE, R. Anterior Cingulate Cortex and Response Conflict: Effects of Frequency, Inhibition and Errors. **Cerebral Cortex**, v. 12, p. 1–2, 2018.

PAUL, D. J.; TOMAZOLI, G.; NASSIS, G. P. Match-related time course of perceived recovery in youth football players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 14, n. 3, p. 339–342, 2019.

PECK, G. Measuring Heart rate as an Indicator of Physiological Stress in Relation to Orienteering Performance. **Scientific Journal of Orienteering**, v. 6, p. 26–42, 1990.

PEDRO, R. E. et al. Efeito temporal sobre a resposta da percepção subjetiva do esforço: . **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 20, n. 5, p. 350–353, 2014.

PENG, H.T.; BOUAK, F.; WANG, W.; CHOW, R.; VARTANIAN, O. An Improved Model to Predict Performance under Mental Fatigue. **Ergonomics**, v.61, n. 7, p. 988-1003, 2018.

PENNA, E. M. et al. Mental fatigue does not affect heart rate recovery but impairs performance in handball players. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 24, n. 5, p. 347–351, 2018a.

PENNA, E. M. et al. Mental Fatigue Impairs Physical Performance in Young Swimmers. **Pediatric Exercise Science**, v. 30, n. 2, p. 208–215, 2018b.

PESCE, C. et al. Preservation of visual attention in older expert orienteers at rest and under physical effort. **Journal of Sport and Exercise Psychology**, v. 29, n. 1, p. 78–99, 2007.

PETRUT, B. et al. Mental Fatigue Evaluation of Surgical Teams during a Regular Workday in a High-Volume Tertiary Healthcare Center. **Urologia Internationalis**, v. 17, p. 1-8, 2020.

PIRES, F. O. et al. Mental fatigue alters cortical activation and psychological responses, impairing performance in a distance-based cycling trial. **Frontiers in Physiology**, v. 9, n. MAR, p. 1–9, 2018.

RANUCCI, M.; GRASSI, G.; MISEROCCHI, G. Anaerobic Threshold in Orienteers as an Index of the Aerobic-Anaerobic Relative Contributions to the Total Power Output – A Comparison with Other Endurance Sports. **Scientific Journal of Orienteering**, v. 2, p. 124–33, 1986.

REDKVA, P. et al. Aerobic and Anaerobic Physiological Characteristics of Brazilian Army Military Orienteers. **Journal of Exercise Physiology Online**, v. 18, n. 2, p. 78-84, 2015.

ROBAZZA, C. et al. Psychophysiological responses of junior orienteers under competitive pressure. **PLoS ONE**, v. 13, n. 4, p. 1–16, 2018.

ROLF, C. et al. Aerobic and anaerobic work capacities and leg muscle characteristics in elite orienteers. / Capacite de travail aerobie et anaerobie et caracteristiques des muscles de la jambe. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 7, n. 1, p. 20–24, 1997.

RYAN, S. et al. Measurement Characteristics of Athlete Monitoring Tools in Professional Australian Football. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, p. 1-7, 2019.

SABETI, M.; BOOSTANI, R.; RASTGAR, K. How Mental Fatigue Affects the Neural Sources of P300 Component? **Journal of Integrative Neuroscience**, v. 17, n.1, p. 93-111, 2018.

SALAM, H.; MARCORA, S. M.; HOPKER, J. G. The effect of mental fatigue on critical power during cycling exercise. **European Journal of Applied Physiology**, v. 118, n. 1, p. 85–92, 2017.

SALVADOR, A. et al. Anticipatory cortisol, testosterone and psychological responses to judo competition in young men. **Psychoneuroendocrinology**, v. 28, p. 364-375, 2003.

SCHIPHOF-GODART, L.; ROELANDS, B.; HETTINGA, F. J. Drive in sports: How mental fatigue affects endurance performance. **Frontiers in Psychology**, v. 9, n. AUG, p. 1–7, 2018.

SEILER, R. Cognitive processes in orienteering. A review. **Scientific Journal of Orienteering**, v. 12, p. 50–65, 1996.

SEILER, R. The Meaning of Lactic Acid for the Determination of the Training Speed in Orienteering. **Scientific Journal of Orienteering**, v. 3, p. 22–30, 1987.

SILVA-CAVALCANTE, M. D. et al. Mental fatigue does not alter performance or neuromuscular fatigue development during self-paced exercise in recreationally trained cyclists. **European Journal of Applied Physiology**, v. 118, n. 11, p. 2477-2487., 2018.

SILVA-JÚNIOR, F. L. E et al. Prior Acute Mental Exertion in Exercise and Sport. **Clinical Practice & Epidemiology in Mental Health**, v. 12, n. 1, p. 94–107, 2016.

SIRI, W. E.; LUKASKI, H. C. Body composition from fluid spaces and density: Analysis of methods ... Prospective Overview. **Nutrition**, v. 9, n. 5, 1993.

SMEKAL, G. et al. Respiratory gas exchange and lactate measures during competitive orienteering. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 35, n. 4, p. 682–689, 2003.

SMITH, M. R. et al. Mental Fatigue and Soccer: Current Knowledge and Future Directions. **Sports Medicine**, v. 48, n. 7, p. 1525–1532, 2018.

SMITH, M. R. et al. Mental Fatigue Impairs Soccer-Specific Decision-Making Skill. **Journal of Sports Sciences**, v. 34, n. 14, p. 1297-304, 2016a.

SMITH, M. R. et al. Mental fatigue impairs soccer-specific physical and technical performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 48, n. 2, p. 267–276, 2016b.

SMITH, M. R.; MARCORA, S.M.; COUTTS, A.J. Mental Fatigue Impairs Intermittent Running Performance. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v.47, n.8, p.1682-1690, aug., 2015.

STAIANO, W. et al. Kayaking performance is altered in mentally fatigued young elite

athletes. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 59, n. 7, p. 1253–1262, 2019.

STROOP, J. R. Studies of interference in serial verbal reactions. **Journal of Experimental Psychology: General**, 1992.

Taelman, J.; Vandeput, S.; Spaepen, A.; Van Huffel, S. Influence of Mental Stress on Heart Rate and Heart Rate Variability. **IFMBE proceedings**, v. 22, p. 1366–1369, 2008.

Tanaka, M.; Ishii, A.; Watanabe, Y. Neural effects of mental fatigue caused by continuous attention load: A magnetoencephalography study. **Brain Research**, v. 5, p. S4- 002, 2014.

Thompson, C. J. et al., Understanding the presence of mental fatigue in English academy soccer players. **Journal of Sports Sciences**, v. 25, p. 1-7, 2020.

Tønnesen, E. et al. The annual training periodization of 8 world champions in orienteering. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 10, n. 1, p. 29–38, 2015.

Van Cutsem, J.; Marcora, S.; De Pauw, K.; Bailey, S.; Meeusen, R.; Roelands, B. The Effects of Mental Fatigue on Physical Performance: A Systematic Review. **Sports Medicine**, v. 47, n. 8, p. 1569-1588, 2017.

Veness, D. et al. The effects of mental fatigue on cricket-relevant performance among elite players. **Journal of Sports Sciences**, v. 35, n. 24, p. 2461–2467, 2017.

Vera, J. et al. A test-retest assessment of the effects of mental load on ratings of affect, arousal and perceived exertion during submaximal cycling. **Journal of Sports Sciences**, v. 36, n. 22, p. 2521–2530, 2018.

Vrijlkotte, S. et al. Mental fatigue and physical and cognitive performance during a two bout exercise test. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 0, 2017.

Williamson, J. W. et al. Hypnotic manipulation of effort sense during dynamic exercise: Cardiovascular responses and brain activation. **Journal of Applied Physiology**, v. 90, n. 4, p. 1392–1399, 2001.

Winter, E. M.; Abt, G. A.; Nevill, A. M. Metrics of meaningfulness as opposed to sleights of significance. **Journal of Sports Sciences**, v. 32, n. 10, p. 901–902, 2014.

Wright, R. A. **Brehm's theory of motivation as a model of effort and cardiovascular response**. New York: Guilford, 1996.

ANEXO 1 - TCLE

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE – UNICENTRO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO – PROPESP
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA – COMEP

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Prezado(a) Colaborador(a),

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa O EFEITO DO ESFORÇO MENTAL NAS RESPOSTAS PSICOFISIOLOGICAS E NO DESEMPENHO EM ATLETAS DE ORIENTAÇÃO, sob a responsabilidade de MARCUS PEIKRISZWILI TARTARUGA e a coordenação de MAYARA MACIEL BATISTA que irá investigar o efeito de uma tarefa de esforço do mental na percepção subjetiva do esforço (PSE), na motivação, na percepção de desempenho, nas respostas hormonais, na frequência cardíaca e no desempenho físico em atletas de orientação.

O presente projeto de pesquisa foi aprovado pelo COMEP/UNICENTRO.

DADOS DO PARECER DE APROVAÇÃO

emitido Pelo Comitê de Ética em Pesquisa, COMEP-UNICENTRO

Número do parecer: (inserir após aprovação do projeto pelo COMEP, para entregar ao participante)

Data da relatoria: ____/____/201____

1. PARTICIPAÇÃO NA PESQUISA: Ao participar desta pesquisa você será submetido à: 3 visitas ao laboratório. Na 1ª visita será realizada uma avaliação física (teste de consumo máximo de oxigênio em esteira ergométrica, teste de 1 minuto de abdominal e teste de 1 minuto de flexão de braços) e antropométrica (peso, estatura e composição corporal). Nessa mesma sessão, você será instruído sob como preencher os questionários psicológicos e como funcionará as sessões experimentais. Nas visitas 2 e 3, você será submetido primeiramente à uma tarefa cognitiva computacional (jogo no computador), irá preencher os questionários psicológicos e logo após você será encaminhado para a realização de uma prova de Orientação na área externa do Campus Cedeteg. Durante estas sessões, serão realizadas três coletas de saliva, pré e pós tarefa cognitiva e pós prova de orientação. Entre a visita 1, 2 e 3 você terá 1 semana de intervalo. Após a prova de orientação, você responderá novamente aos questionários psicológicos. Ao finalizar a sessão, será ofertado um lanche (sanduíche, frutas e água).

Lembramos que a sua participação é voluntária, você tem a liberdade de não querer participar, e pode desistir, em qualquer momento, mesmo após ter iniciado as avaliações, sem nenhum prejuízo para você.

2. RISCOS E DESCONFORTOS: Na tarefa cognitiva você poderá sentir um



Comitê de Ética em Pesquisa da UNICENTRO – COMEP
Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO, Campus CEDETEG
Endereço: Rua Simeão Camargo Varela de Sá, 03 – Vila Carli / CEP: 85040-080 – Guarapuava – PR
Bloco de Departamentos da Área da Saúde /Telefone: (42) 3629-8177

possível cansaço mental. Durante a avaliação física e a prova de orientação você poderá sentir um desconforto, como: cansaço devido ao esforço físico, sudorese, batimentos cardíacos acelerados e náusea. Os procedimentos acima apresentam um risco mínimo que será reduzido pelo acompanhamento individual nas atividades a serem realizadas. Se você precisar de algum tratamento, orientação, encaminhamento, por se sentir prejudicado por causa da pesquisa, ou sofrer algum dano decorrente da mesma, o pesquisador se responsabiliza por prestar assistência integral, imediata e gratuita.

3. BENEFÍCIOS: Os benefícios esperados com o estudo são no sentido de fornecer uma avaliação completa a respeito do seu condicionamento físico, fornecer informações para auxiliar na elaboração da periodização do seu treino, além de contribuir para um melhor desempenho em suas provas de Orientação. Sua participação na pesquisa irá contribuir para aumentar o entendimento e as informações na modalidade da Orientação.

4. CONFIDENCIALIDADE: Todas as informações que o(a) Sr.(a) nos fornecer ou que sejam conseguidas pelas avaliações serão utilizadas somente para esta pesquisa. Seus dados pessoais, bem como suas avaliações ficarão em segredo e o seu nome não aparecerá em lugar nenhum dos questionários e/ou fichas de avaliação nem quando os resultados forem apresentados.

5. ESCLARECIMENTOS: Se tiver alguma dúvida a respeito da pesquisa e/ou dos métodos utilizados na mesma, pode procurar a qualquer momento o pesquisador responsável.

Nome do pesquisador responsável: Marcus Peikrizwili Tartaruga
 Coordenador da pesquisa: Mayara Maciel Batista
 Endereço : Rua Simeão Camargo Varela de Sá, 03 – Bairro Cascavel – 85040-080 – Guarapuava/PR
 Telefone para contato: DEDUF/G: (42) 36298132 / (42) 3629-8342 / Mayara: (42) 99938-7693
 Horário de atendimento: 8h às 17h

6. RESSARCIMENTO DAS DESPESAS: Caso o(a) Sr.(a) aceite participar da pesquisa, não receberá nenhuma compensação financeira.

7. CONCORDÂNCIA NA PARTICIPAÇÃO: Se o(a) Sr.(a) estiver de acordo em participar deverá preencher e assinar o Termo de Consentimento Pós-esclarecido que se segue, em duas vias, sendo que uma via ficará com você.



=====

Comitê de Ética em Pesquisa da UNICENTRO – COMEP
 Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO, Campus CEDETEG
 Endereço: Rua Simeão Camargo Varela de Sá, 03 – Vila Carli / CEP: 85040-080 – Guarapuava – PR
 Bloco de Departamentos da Área da Saúde /Telefone: (42) 3629-8177

=====

CONSENTIMENTO PÓS INFORMADO

Pelo presente instrumento que atende às exigências legais, o Sr.(a) _____, portador(a) da cédula de identidade _____, declara que, após leitura minuciosa do TCLE, teve oportunidade de fazer perguntas, esclarecer dúvidas que foram devidamente explicadas pelos pesquisadores, ciente dos serviços e procedimentos aos quais será submetido e, não restando quaisquer dúvidas a respeito do lido e explicado, firma seu CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO em participar voluntariamente desta pesquisa.

E, por estar de acordo, assina o presente termo.

Guarapuava, _____ de _____ de _____.

Assinatura do participante / Ou Representante legal



Assinatura do Responsável



Mayara Maciel Batista



Comitê de Ética em Pesquisa da UNICENTRO – COMEP
Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO, Campus CEDETEG
Endereço: Rua Simão Camargo Varela de Sá, 03 – Vila Carli / CEP: 85040-080 – Guarapuava – PR
Bloco de Departamentos da Área da Saúde / Telefone: (42) 3629-8177

ANEXO 2 – MAPA 1 DA PROVA DE ORIENTAÇÃO

26º Grupo de Artilharia de Campanha - Guarapuava-PR

Trabalho Acadêmico Mestrado

Escala: 1:7.500
Eqd CN: 5 metros

Mapa 26º GAC
1ª Edição 1996
Mapeador: 3º Sgt Xavier

Reatulado 2016
Mapeador: 2º Sgt Odilon

Trabalho Mestrado 08-06-19




Percurso A		3,1 km	85 m
1	31		✓
2	32		○
3	34		○
4	33		○
5	35		✓
6	41		
7	37		○
8	43		○
9	38		○
10	39		○
11	42		○
12	40		○

130 m

ANEXO 3 – BEM ESTAR

	5	4	3	2	1	Pontuação
Fadiga	Muito Descansado	Descansado	Normal	Mais cansado que o normal	Sempre Cansado	
Qualidade do Sono	Muito boa	Boa	Dificuldade e para dormir	Sono agitado	Insônia	
Dor Muscular Geral	Sentindo-se Ótimo	Sentindo-se Bem	Normal	Aumento da dor/rigidez	Muito dolorido	
Estresse	Muito Relaxado	Relaxado	Normal	Sentindo-se Estressado	Altamente estressado	
Humor	Muito positivo	Geralmente bom humor	Menos interesse em outros e/ou atividades do que habitual	Mal-humorado com companheiros de equipe, familiares e colegas de trabalho.	Altamente aborrecido/irritável/para baixo	

ANEXO 4 - ESTADO DE RECUPERAÇÃO PERCEBIDO

10 Muito bem recuperado / Altamente enérgico 9 8 Bem Recuperado/Um pouco enérgico		Melhor Desempenho esperado
7		
6 Moderadamente recuperado 5 Adequadamente recuperado 4 Um pouco recuperado		Desempenho similar esperado
3		
2 Não está bem recuperado/ Um pouco cansado 1 0 Muito mal recuperado/ Extremamente cansado		Declínio no Desempenho esperado

ANEXO 5 – ESTADO MOTIVACIONAL

MOTIVAÇÃO	
0	Nem um pouco motivado
1	Pouco motivado
2	Moderadamente motivado
3	Muito motivado
4	Extremamente motivado

ANEXO 6 - PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO – CR10

PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO	
0	DESCANSADO
1	MUITO, MUITO FÁCIL
2	FÁCIL
3	MODERADO
4	UM POUCO DIFÍCIL
5	DIFÍCIL
6	-
7	MUITO DIFÍCIL
8	-
9	-
10	MÁXIMO

ANEXO 7 - ESCALA DE PERCEPÇÃO DE DESEMPENHO

DESEMPENHO PERCEBIDO	
1	PÉSSIMO
2	RUIM
3	REGULAR
4	BOM
5	ÓTIMO